

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-059519

(43)Date of publication of application : 28.02.2003

(51)Int.Cl.

H01M 8/04  
H01M 8/00  
H01M 8/06  
// H01M 8/12

(21)Application number : 2001-243007

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 09.08.2001

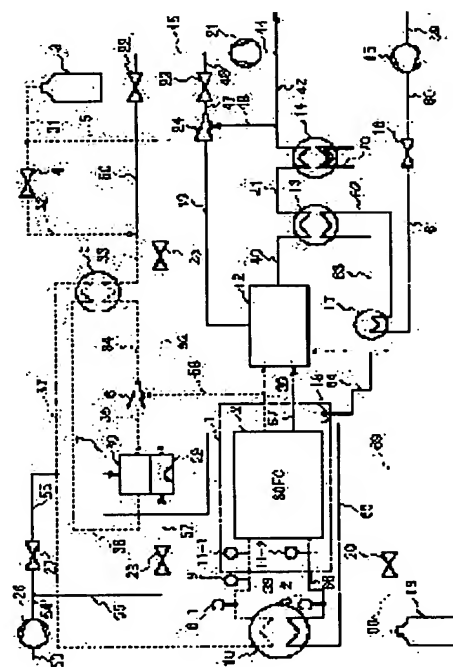
(72)Inventor : ONO KIMIOKI  
OTANI YUICHI  
WATABE MASAHARU  
AIKI HIDETOSHI  
TAKENOBU KOICHI  
KISHIZAWA HIROSHI

## (54) FUEL CELL SYSTEM AND COGENERATION SYSTEM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fuel cell system which enables reduction of fixtures and fittings, and make the equipment as a whole more compact and of lower cost.

**SOLUTION:** The system is provided with a control part, a start-up combustion part 7 for burning fuel gas by the supply of fuel gas and a first oxidant gas, a fuel cell 1 generating power by the supply of fuel gas and a second oxidant gas, and circulating tube paths 36-37-38-39-58-35 including the start-up combustion part 7 and the fuel cell 1 through which the above fuel gas can circulate. The control part executes the fuel cell system of supplying the above fuel gas burned in the start-up combustion part 7 to the fuel cell 1 through the circulating tube paths 36-37-38-39-58-35 and sending the fuel gas used by the fuel cell 1 back to the start-up combustion part 7.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the fuel cell system which said control section is said fuel gas which burned in said starting combustion section, and permutes the gas in said circulation duct by providing the circulation duct through which said fuel gas can circulate including the fuel cell which generates electricity, and said starting combustion section and said fuel cell by supply of a control section, the starting combustion section which burns said fuel gas by supply of fuel gas and oxidizer gas, and fuel gas and oxidizer gas.

[Claim 2] Said fuel gas which said starting combustion section possesses the pilot combustion section which can burn small capacity, and permutes the gas in said circulation duct is a fuel cell system according to claim 1 which is gas by which said pilot combustion section burns and generates said fuel gas.

[Claim 3] By supply of a control section, the starting combustion section which burns said fuel gas by supply of fuel gas and the 1st oxidizer gas, and said fuel gas and 2nd oxidizer gas The circulation duct through which said fuel gas can circulate is provided including the fuel cell which generates electricity, and said starting combustion section and said fuel cell. Said control section The fuel cell system which supplies said fuel gas which burned in said starting combustion section to said fuel cell via said circulation duct, and returns said fuel gas used with said fuel cell to said starting combustion section.

[Claim 4] Based on the oxygen value said whose control section the concentration meter which measures the oxygen density of said fuel gas supplied to the fuel electrode side of said fuel cell is provided further, and is the service condition of said fuel cell, and as a result of [ of said concentration meter ] measurement, it is the fuel cell system according to claim 3 which controls said combustion in said starting combustion section.

[Claim 5] Based on the fuel temperature value said whose control section the fuel temperature meter which measures the temperature of said fuel gas supplied to the fuel electrode side of said fuel cell is provided further, and is as a result of [ of said fuel temperature meter ] measurement, it is the fuel cell system according to claim 3 or 4 which controls combustion in said starting combustion section to fit in the range of the value which said fuel temperature value set up beforehand.

[Claim 6] The air thermometer which measures the temperature of said 2nd oxidizer gas supplied to the air pole side of said fuel cell, The exhaust gas combustion section which heats the 2nd oxidizer gas with the combustion gas which burns and discharges said fuel gas used with said fuel cell and said 2nd oxidizer gas is provided further. Said control section A fuel cell system given in claim 3 thru/or any 1 term of 5 which controls combustion in said exhaust gas combustion section to fit in the range of the value which said air-temperature value set up beforehand based on the air-temperature value which it is as a result of [ of said air thermometer ] measurement.

[Claim 7] The fuel temperature meter which measures the temperature of said fuel gas supplied to the fuel electrode side of said fuel cell, The air thermometer which measures the temperature of said 2nd oxidizer gas supplied to the air pole side of said fuel cell, The exhaust gas combustion section which heats the 2nd oxidizer gas with the combustion gas which burns and discharges said fuel gas used with said fuel cell and said 2nd oxidizer gas is provided further. Said control section So that the difference of said fuel temperature value and said air-temperature value may become below the value set up beforehand based on the fuel temperature value which it is as a result of [ of said fuel temperature meter ] measurement, and the air-temperature value which it is as a result of [ of said air thermometer ] measurement The fuel cell system according to claim 3 or 4 which controls combustion in said starting combustion section, and combustion in said exhaust gas combustion section.

[Claim 8] Based on the fuel pressure value said whose control section the fuel pressure gauge which measures the pressure of said fuel gas supplied to the fuel electrode side of said fuel cell is provided further, and is as a result of [ of said fuel pressure gauge ] measurement, it is a fuel cell system given in claim 3

thru/or any 1 term of 7 which controls the flow rate of said fuel gas to fit in the range of the value which said fuel pressure value set up beforehand.

[Claim 9] Based on the air pressure value said whose control section the air manometer which measures the pressure of said 2nd oxidizer gas supplied to the air pole side of said fuel cell is provided further, and is as a result of [ of said air manometer ] measurement, it is a fuel cell system given in claim 3 thru/or any 1 term of 7 which controls the flow rate of said 2nd oxidizer gas to fit in the range of the value which said air pressure value set up beforehand.

[Claim 10] The fuel pressure gauge which measures the pressure of said fuel gas supplied to the fuel electrode side of said fuel cell, The air manometer which measures the pressure of said 2nd oxidizer gas supplied to the air pole side of said fuel cell is provided further. Said control section So that the difference of said fuel pressure value and said air pressure value may become below the value set up beforehand based on the fuel pressure value which it is as a result of [ of said fuel pressure gauge ] measurement, and the air pressure value which it is as a result of [ of said air manometer ] measurement A fuel cell system given in claim 3 thru/or any 1 term of 7 which controls the flow rate of said fuel gas and said 2nd oxidizer gas.

[Claim 11] It is a fuel cell system given in claim 3 thru/or any 1 term of 10 by which said control section controls said steam-reforming reaction based on the flow rate of said fuel gas supplied to said starting combustion section, and said 1st oxidizer gas by said fuel cell possessing further the internal reforming section which carries out steam reforming of the fuel gas.

[Claim 12] Said internal reforming section is a fuel cell system given in claim 3 thru/or any 1 term of 11 which is the fuel electrode of said fuel cell.

[Claim 13] The cogeneration system possessing the facility which uses exhaust heat of the fuel cell system of a publication, and said fuel cell system for claim 1 thru/or any 1 term of 12.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the generation-of-electrical-energy system and cogeneration system which used the fuel cell.

[0002]

[Description of the Prior Art] A fuel cell system can be operated efficient, even when operating independently. However, the use as a more efficient system is considered by constructing the cogeneration system which usually uses the heat to generate and exhaust gas. The example which constructs the HVAC system which uses the heat to generate in the fuel cell of a solid-state macromolecule mold and a phosphoric-acid mold with a low operating temperature, and a hot-water supply system together is common. On the other hand, in the fuel cell of a melting carbonate mold and a solid oxide type with a high operating temperature, the system combined with the gas turbine using the occurring hot (high pressure) exhaust gas or the steam turbine is proposed, and research is progressing.

[0003] On the other hand, the generation-of-electrical-energy system using a fuel cell is carrying out the system configuration which gave top priority to cell protection. Therefore, it has superfluous equipment in many cases. Therefore, observing operation constraint of cell protection, in order to apply a fuel cell to a cogeneration system, equipment is reduced as much as possible and low-cost-izing and the miniaturized system configuration are required. In addition, the operating method corresponding to the improved system also needs to be established.

[0004] The conventional system is explained with reference to drawing 2. Drawing 2 is the block diagram of the cogeneration system using a fuel cell. The fuel gas (methane etc.) supplied to the fuel cell section 101 is first sent out from the fuel feed zone 105. And it goes into a condenser 107 via the fuel supply line A122-fuel-supply change-over valve 106-fuel supply line B123. Then, the fuel circulation line 130 connects in the middle of the fuel supply line B123, and recycling of the fuel exhaust gas of the fuel cell section 101 is mixed and carried out. In a condenser 107, fuel gas and fuel exhaust gas are lowered in water Rhine B147, and the steam in fuel exhaust gas is condensed. The water of condensation is discharged from water-of-condensation Rhine 148, when it fully collects.

[0005] The gas for fuels which fuel gas and fuel exhaust gas mixed is sucked out by the fuel recycling fan 108 by fuel supply line C124 course, and is sent into the fuel heating unit 109 which is an electric heater in fuel supply line D125 course. And a preheating (temperature up) is carried out to appropriate temperature there. Then, the playback heat exchange section 110 is reached in fuel supply line E126 course. In the playback heat exchange section 110, the temperature gradient of fuel gas and oxidizer gas is abolished by carrying out heat exchange of the gas for fuels and oxidizer gas included in the fuel cell section 101. And it goes into the pressure buffer section 111 by fuel supply line F127 course. In the pressure buffer section 111, the differential pressure between the gas for fuels and oxidizer gas is lost. And finally the gas for fuels is supplied to the fuel cell section 101 by fuel supply line G128 course.

[0006] On the other hand, about the oxidizer gas (air etc.) supplied to the fuel cell section 101, the air of an appropriate flow rate is first sucked out of the external air supply section (not shown) by the air supply fan 115 by air supply Rhine A134 course. And air is supplied to the low temperature side of the intake air cooling zone 117 via air supply Rhine B135-air supply valve 116-air supply Rhine C136. In the intake air cooling zone 117, the introduced air carries out heat exchange to hot air, and a temperature up is carried out. Next, the low temperature side of the air-preheat section 113 is reached in air supply Rhine D137 course. Then, air performs the elevated-temperature exhaust gas and heat exchange which were generated in the exhaust gas combustion section 112, and a temperature up is carried out. Then, it goes into the elevated-

temperature side of the intake air cooling zone 117 via air supply Rhine E138. Then, the introduced air carries out heat exchange to low-temperature air.

[0007] After an appropriate time, air reaches the stack cooling section 118 in air supply Rhine F139 course. Then, air reduces the temperature of the periphery of the fuel cell section 101, and self is elevated-temperature-ized. Then, the playback heat exchange section 110 is reached in air supply Rhine G140 course. In the playback heat exchange section 110, the temperature gradient of fuel gas and air is abolished by carrying out heat exchange of the gas for fuels and air (oxidizer gas) included in the fuel cell section 101. And it goes into the pressure buffer section 111 by air supply Rhine H141 course. In the pressure buffer section 111, the differential pressure between the gas for fuels and air is lost. And finally air is supplied to the fuel cell section 101 by air supply Rhine I142 course.

[0008] A generation of electrical energy is performed by the gas for fuels and air (oxidizer gas) which were introduced by carrying out like previous statement in the body 102 of a fuel cell included in the fuel cell section 101. In addition, steam reforming is performed by the cell fuel electrode, and fuel gas turns into gas containing hydrogen and a carbon monoxide, and contributes to a generation of electrical energy. The used gas for fuels is supplied to the exhaust gas fuel section 112 by fuel supply line H129 course. Moreover, air is air supply Rhine J143 course, and is supplied to the exhaust gas fuel section 112.

[0009] It is mixed there and the gas for fuels and air which were supplied to the exhaust gas combustion section 112 burn. The generated hot combustion gas goes into the elevated-temperature side of the air-preheat section 113 by exhaust gas Rhine A131 course, and heats air beforehand. Then, it goes into the elevated temperature of the warm water heat exchange section 114 by exhaust gas Rhine B132 course, and the water and heat exchange which flow water Rhine A146 are performed. This water is used for a facility of the exhaust heat use for cogeneration. And finally a combustion gas is discharged outside by exhaust gas Rhine C133 course.

[0010] In addition, when the fuel gas of the exhaust gas combustion section 112 is insufficient, it supplies via [ feed zone / 119 / auxiliary fuel ] auxiliary fuel supply line A144-auxiliary fuel-supply valve 120-auxiliary fuel supply line B145. Moreover, the inert gas for a permutation is introduced from the fuel-supply change-over valve 106 via permutation Rhine 121 from the permutation gas supply section 104 to a fuel system gas line.

[0011] In the system of drawing 2 , in order to permute the gas line of a fuel system, equipment, such as the permutation gas supply section 104, and permutation Rhine 121, the fuel-supply change-over valve 106, is required. Moreover, a condenser 107 is needed for management of the steam generated with the water vapor content used by steam reforming of fuel gas, or a fuel cell, and control. And in order to change the pressure by the side of a fuel electrode and an air pole into a in general equal condition, the pressure buffer section 111 is formed. Furthermore, in order to use an electric heater for the preheatings of fuel gas, a part of power generated by the body 102 of a fuel cell is used.

[0012] Thus, since the system of drawing 2 gives top priority to cell protection, it has superfluous equipment. In order to apply the above-mentioned system to a cogeneration system, protecting operation constraint of cell protection, it needs to reduce equipment as much as possible, and needs to establish an operating method in low-cost-izing, the miniaturized system configuration, and a list.

[0013]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Therefore, the purpose of this invention is offering the fuel cell system and cogeneration system which can use exhaust gas for the object for a permutation or the object for a purge of a fuel cell.

[0014] Moreover, another purpose of this invention is offering a fuel cell system and a cogeneration system without the need of using the equipment in connection with the object for the permutation of a fuel cell, or the inert gas for a purge.

[0015] Moreover, another purpose of this invention is offering the fuel cell system and cogeneration system which can control a pressure and temperature independently about each of the fuel gas supplied to a fuel cell, and oxidizer gas.

[0016] Moreover, another purpose of this invention is offering a controllable fuel cell system and a controllable cogeneration system about the moisture management supplied to a fuel cell based on a quantity of gas flow.

[0017] Furthermore, other purposes of this invention are offering the fuel cell system and cogeneration system which can miniaturize a facility.

[0018] Furthermore, other purposes of this invention are offering the fuel cell system and cogeneration system which can reduce facility cost.

[0019]

[Means for Solving the Problem] Below, The means for solving a technical problem is explained using the number and sign used by [Embodiment of the Invention]. These numbers and signs are added in order to clarify correspondence relation of a publication and [Embodiment of the Invention] of a [claim]. However, don't use those numbers and signs for the interpretation of the technical range of invention indicated by the [claim].

[0020] Therefore, the fuel cell system of this invention for solving the above-mentioned technical problem By supply of a control section (not shown), the starting combustion section (7) which burns said fuel gas by supply of oxidizer gas and fuel gas, and oxidizer gas [ fuel gas, ] The circulation duct (36-37-38-39-58-35) through which said fuel gas can circulate is provided including the fuel cell (1) which generates electricity, and said starting combustion section (7) and said fuel cell (1). And said control section (not shown) is said fuel gas which burned in said starting combustion section (7), and permutes the gas in said circulation duct (36-37-38-39-58-35).

[0021] Moreover, in the fuel cell system of this invention, said starting combustion section (7) possesses the pilot combustion section (29) which can burn small capacity. And said fuel gas which permutes the gas in said circulation duct (36-37-38-39-58-35) is gas by which said pilot combustion section (29) burns and generates said fuel gas.

[0022] The fuel cell system of this invention moreover, by supply of a control section (not shown), and the fuel gas and the 1st oxidizer gas Said fuel gas by supply of the burning starting combustion section (7), and said fuel gas and 2nd oxidizer gas The circulation duct (36-37-38-39-58-35) through which said fuel gas can circulate is provided including the fuel cell (1) which generates electricity, and said starting combustion section (7) and said fuel cell (1). And said control section (not shown) supplies said fuel gas which burned in said starting combustion section (7) to said fuel cell (1) via said circulation duct (36-37-38-39-58-35), and returns said fuel gas used with said fuel cell (1) to said starting combustion section (7).

[0023] Furthermore, the fuel cell system of this invention possesses further the concentration meter (9) which measures the oxygen density of said fuel gas supplied to the fuel electrode side of said fuel cell (1). And said control section (not shown) controls said combustion in said starting combustion section (7) based on the oxygen value which it is the service condition of said fuel cell (1), and as a result of [ of said concentration meter (9) ] measurement.

[0024] Furthermore, the fuel cell system of this invention possesses further the fuel temperature meter (11-1) which measures the temperature of said fuel gas supplied to the fuel electrode side of said fuel cell (1). And said control section (not shown) controls combustion in said starting combustion section (7) to fit in the range of the value which said fuel temperature value set up beforehand based on the fuel temperature value which it is as a result of [ of said fuel temperature meter (11-1) ] measurement.

[0025] Furthermore, the fuel cell system of this invention possesses further the exhaust gas combustion section (12) which heats the 2nd oxidizer gas with the combustion gas which burns and discharges the air thermometer (11-2) which measures the temperature of said 2nd oxidizer gas supplied to the air pole side of said fuel cell (1), said fuel gas used with said fuel cell (1), and said 2nd oxidizer gas. And said control section (not shown) controls combustion in said exhaust gas combustion section (12) to fit in the range of the value which said air-temperature value set up beforehand based on the air-temperature value which it is as a result of [ of said air thermometer (11-2) ] measurement.

[0026] Furthermore, the fuel temperature meter which measures the temperature of said fuel gas with which the fuel cell system of this invention is supplied to the fuel electrode side of said fuel cell (1) (11-1), The air thermometer which measures the temperature of said 2nd oxidizer gas supplied to the air pole side of said fuel cell (1) (11-2), The exhaust gas combustion section (12) which heats the 2nd oxidizer gas with the combustion gas which burns and discharges said fuel gas used with said fuel cell (1) and said 2nd oxidizer gas is provided further. And said control section (not shown) controls combustion in said starting combustion section (7), and combustion in said exhaust gas combustion section (12) so that the difference of said fuel temperature value and said air-temperature value becomes below the value set up beforehand based on the fuel temperature value which it is as a result of [ of said fuel temperature meter (11-1) ] measurement, and the air-temperature value which it is as a result of [ of said air thermometer (11-2) ] measurement.

[0027] Furthermore, the fuel cell system of this invention possesses further the fuel pressure gauge (8-1) which measures the pressure of said fuel gas supplied to the fuel electrode side of said fuel cell (1). And said control section (not shown) controls the flow rate of said fuel gas to fit in the range of the value which said fuel pressure value set up beforehand based on the fuel pressure value which it is as a result of [ of said fuel pressure gauge (8-1) ] measurement.

[0028] Furthermore, the fuel cell system of this invention possesses further the air manometer (8-2) which measures the pressure of said 2nd oxidizer gas supplied to the air pole side of said fuel cell (1). And said control section (not shown) controls the flow rate of said 2nd oxidizer gas to fit in the range of the value which said air pressure value set up beforehand based on the air pressure value which it is as a result of [ of said air manometer (8-1) ] measurement.

[0029] Furthermore, the fuel cell system of this invention possesses further the fuel pressure gauge (8-1) which measures the pressure of said fuel gas supplied to the fuel electrode side of said fuel cell (1), and the air manometer (8-2) which measures the pressure of said 2nd oxidizer gas supplied to the air pole side of said fuel cell (1). And said control section (not shown) controls the flow rate of said fuel gas and said 2nd oxidizer gas so that the difference of said fuel pressure value and said air pressure value becomes below the value set up beforehand based on the fuel pressure value which it is as a result of [ of said fuel pressure gauge (8-1) ] measurement, and the air pressure value which it is as a result of [ of said air manometer (8-2) ] measurement.

[0030] Furthermore, the fuel cell system of this invention possesses further the internal reforming section (not shown) to which said fuel cell (1) carries out steam reforming of the fuel gas. And said control section (not shown) controls said steam-reforming reaction based on the flow rate of said fuel gas supplied to said starting combustion section (7), and said 1st oxidizer gas.

[0031] Furthermore, said internal reforming section (not shown) of the fuel cell system of this invention is the fuel electrode of said fuel cell (1).

[0032] The cogeneration system of this invention for solving the above-mentioned technical problem possesses the facility (not shown) which uses exhaust heat of the fuel cell system ( drawing 1 ) of a publication, and said fuel cell system for any 1 term of each above-mentioned item.

[0033]

[Embodiment of the Invention] The fuel cell system and cogeneration system which are this invention are explained using an attached drawing. In this example, although the fuel cell system used for the cogeneration system which performs exhaust heat use with warm water is shown and explained to an example, also in the fuel cell system used for the system of other cogeneration relation like a gas turbine, it is applicable.

[0034] The configuration in the gestalt of operation of the fuel cell system which is this invention, and a cogeneration system is explained with reference to drawing 1 .

[0035] Drawing 1 is the block diagram of the cogeneration system using a fuel cell. The fuel cell section 1 possesses the body 2 of a fuel cell, a fuel temperature a total of 11-1, and an air thermometer 11-2. A fuel gas-related fuel system gas line possesses the starting combustor 7 and the playback heat exchange section 10 which have the fuel feed zone 3, the fuel-supply valve 4, the exhaust gas temperature up heat exchange section 5, the fuel ejector 6, the pilot combustion section 29, and the Mayne combustion section 30, a fuel pressure gauge 8-1, and a concentration meter 9. And the fuel supply line A31, the fuel supply line B32, the fuel supply line C33, the fuel supply line D34, the fuel supply line E35, the fuel supply line F36, the fuel supply line G37, the fuel supply line H38, the fuel supply line I39, and the fuel circulation line 58 are provided as piping.

[0036] Moreover, the starting gas line of the starting combustor 7 possesses the pilot fuel-supply valve 25, the starting air supply fan 26, the starting air supply valve 27, the pilot air supply valve 28, the pilot combustion section 29, and the Mayne combustion section 30. And the starting fuel supply line A51, starting fuel supply line B-52, starting air supply Rhine A53, starting air supply Rhine B54, starting air supply Rhine C55, starting air supply Rhine D56, and starting air supply Rhine E57 are provided as piping.

[0037] On the other hand, an oxidizer gas-related oxidizer gas line possesses the air supply fan 15, the air supply valve 16, the intake air cooling zone 17, the air-preheat section 13, the stack cooling section 18, the playback heat exchange section 10 (as common as a fuel gas side), and an air manometer 8-2. And air supply Rhine A59, air supply Rhine B60, air supply Rhine C61, air supply Rhine D62, air supply Rhine E63, air supply Rhine F64, air supply Rhine G65, air supply Rhine H66, and air supply Rhine I67 are provided as piping.

[0038] Moreover, an offgas treatment-related gas line possesses the exhaust gas combustion section 12, the air-preheat section 13 (as common as an oxidizing agent gas side), the warm water heat exchange section 14, an exhaust gas recirculating fan 21, the exhaust gas ejector flow-rate-controlling valve 23, the exhaust gas ejector 24, the fuel gas ejector flow-rate-controlling valve 22, the auxiliary fuel feed zone 19, and the auxiliary fuel-supply valve 20. And exhaust gas Rhine A40, exhaust gas Rhine B41, exhaust gas Rhine C42, the exhaust gas re-circulation line A44, the exhaust gas re-circulation line B45, the exhaust gas re-



circulation line C46, the exhaust gas re-circulation line D47, the exhaust gas re-circulation line E48, the exhaust gas re-circulation line F49, the exhaust gas re-circulation line G50, the auxiliary fuel supply line A68, the auxiliary fuel supply line B69, and water Rhine A70 are provided as piping.

[0039] Next, a fuel cell is explained in detail. The fuel cell section 1 contains the fuel temperature a total of 11-1 and air thermometer 11-2 which measure the temperature of the body 2 of a fuel cell which generates electricity, the fuel gas to be used, and oxidizer gas (this example air). And piping which supplies measuring equipment like the current collection member which takes out the electrical and electric equipment from the body 2 of a fuel cell, and the above-mentioned thermometer which performs measurement required for control of fuel cell operation, and various gas, and is discharged is attached (not above shown [ a part ]). The fuel cell section 1 is controlled by the control section which is not illustrated. [0040] the body 2 of a fuel cell is included in the fuel cell section 1 -- having -- each of the fuel supply line H38, the fuel supply line I39, air supply Rhine H66, and air supply Rhine I67 -- the end section has connected. And it is the body of the fuel cell which receives fuel gas from the exterior by fuel supply line H38 course, receives supply of oxidizer gas (this example air) by air supply Rhine H66 course, and generates electricity using them. In this example, it is the fuel cell of the solid oxide type of an internal reforming mold directly.

[0041] That is, a fuel electrode reforms fuel gas like hydrocarbon system gas, such as methane, and a methanol, a propane, and has a catalyst function for obtaining the gas containing the hydrogen used for a generation of electrical energy, and a carbon monoxide. In this example, using methane as fuel gas, steam reforming is performed using methane and a steam and the gas containing hydrogen and a carbon monoxide is obtained. Fuel electrodes are [ lanthanum comics NETO ( $\text{La}_{0.9}\text{Sr}_{0.1}\text{MnO}_3$ ) and the electrolyte of nickel/fully stabilized zirconia (nickel/YSZ), and an air pole ] fully stabilized zirconia (YSZ). Other electrode reaction in a fuel electrode and an air pole is the same as that of the usual case.

[0042] In addition, when there is no steam, it is possible to also make a partial oxidation reaction perform to a fuel electrode side by making a fuel electrode into a catalyst. That is, if methane and oxygen are introduced on a fuel electrode, the gas which has hydrogen and a carbon monoxide can be obtained.

[0043] Used fuel gas (the generated steam, intact reformed gas) is fuel supply line I39 course, and oxidizer gas (intact air) is air supply Rhine I67 course, and is discharged to the offgas treatment section 12, respectively. The body 2 of a fuel cell is controlled by the control section which is not illustrated.

[0044] The fuel temperature a total of 11-1 is connected to the fuel supply line H38. And it is the thermometer which measures continuously the temperature of the fuel gas (this example methane) included in the body 2 of a fuel cell. They are a thermocouple, a resistance thermometer, etc. A measurement result is outputted to the control section which is not illustrated. The air thermometer 11-2 is connected to air supply Rhine H66. And it is the thermometer which measures continuously the temperature of the oxidizer gas (this example air) included in the body 2 of a fuel cell. They are a thermocouple, a resistance thermometer, etc. A measurement result is outputted to the control section which is not illustrated.

[0045] Next, a fuel gas-related fuel system gas line (Rhine which supplies a fuel to a fuel cell) is explained. The fuel feed zone 3 is connected to the end section of the fuel supply line A31. Fuel gas required for fuel cell operation is supplied. It is the gas line connected to the case where they are one or more bombs, a gas holder, or gas generation equipment. In this example, it is a bottle type holder type methane chemical cylinder.

[0046] The fuel-supply valve 4 connects one side to the other end of the fuel supply line A31, and has connected another side to the end section of the fuel supply line B32. It is the valve which controls supply of the fuel gas from the fuel feed zone 3 to the Mayne combustion section 30 (after-mentioned) of the starting combustion section 7 and the fuel cell section 1. Moreover, it also has the function which lowers the pressure of the high-pressure fuel gas in the fuel feed zone 3. The fuel-supply valve 4 is controlled by the control section which is not illustrated.

[0047] The exhaust gas temperature up heat exchange section 5 is a heat exchanger. The low temperature side connected one side to the other end of the fuel gas supply line C33 (the end section is connected to the other end and the exhaust gas re-circulation line G50 of the fuel gas supply line B32), and has connected another side to the end section of the fuel gas supply line D34. The elevated-temperature side connected one side to the other end of the fuel gas supply line F36 (the end section is connected to the starting combustion section 7), and has connected another side to the end section of the fuel gas supply line G37. The temperature up of the gas A for fuels (= fuel gas + recycling exhaust gas) of the low temperature supplied from the fuel feed zone 3 and the exhaust gas combustion section 12 (after-mentioned) is carried out by heat exchange with the hot gas C for fuels (what processed the gas B for fuels (fuel exhaust gas which is an



exhaust gas by the side of the fuel of the body 2 for = fuels of a gas A+ fuel cell) in the starting combustion section 7) sent out from the starting combustion section 7 (after-mentioned).

[0048] The fuel ejector 6 connected one side to the other end of the fuel gas supply line D34, and has connected another side to the end section of the fuel gas supply line E35 of a fuel gas supply line. Moreover, the other end of the fuel circulation line 58 (the end section is connected to the fuel exhaust gas side of the body 2 of a fuel cell) has connected as piping of the gas drawn. A part of fuel exhaust gas which is used fuel gas discharged from the fuel cell section 1 is drawn in the flow of the fuel gas which goes to the starting combustion section 7 using the flow of the fuel gas which goes to the starting combustion section 7 (after-mentioned) from the exhaust gas temperature up heat exchange section 5. The flow rate to draw is controlled by the flow rate of the flow of the fuel gas which goes to the starting combustion section 7. For example, it is controlled by the fuel gas ejector flow-rate-controlling valve 22 (after-mentioned).

[0049] The starting combustion section 7 possesses the pilot combustion section 29 and the Mayne combustion section 30. Supply of fuel gas and oxidizer gas performs supplied combustion of all or a part of gas. The gas after combustion is heated by combustion, serves as an elevated temperature, and is supplied to the fuel cell section 1.

[0050] The pilot combustion section 29 has a small capacity burner (pilot burner). It connects with the other end of starting air supply Rhine E57 where the end section was connected to the pilot air supply valve 28, and supply of air (oxidizer gas) is received. Moreover, it connects with the other end of starting fuel supply line B-52 by which the end section was connected to the pilot fuel-supply valve 25, and supply of fuel gas is received. And a pilot burner is burned by supply of fuel gas and air if needed. By supplying the combustion gas at that time into the fuel cell section 1 and a fuel system gas line, air with possibility of remaining in early stages of operation is purged. Moreover, a pilot burner is lit before ignition of the Mayne combustion section 30 (a mass burner, after-mentioned), and it becomes charcoal of the Mayne combustion section 30.

[0051] The Mayne combustion section 30 has a mass burner (main burner). It has connected with the other end of the fuel supply line E35 by which the end section was connected to the fuel ejector 6. And supply of the gas B for fuels (= fuel gas + recycling exhaust gas + fuel exhaust gas) is received. Gas (contained in fuel gas, recycling exhaust gas, and fuel exhaust gas) usable as a fuel, oxygen gas (contained in recycling exhaust gas), and a steam (contained in fuel exhaust gas) are contained in the gas B for fuels. And in response to supply of the gas B for fuels, a main burner is burned if needed, it burns in a part of gas of the gas B for fuels, and the whole gas is heat-treated. Moreover, it has connected with the other end of starting air supply Rhine C where the end section was connected to the starting air supply valve 27. And supply of air is received if needed in the case of the above-mentioned combustion. The processed gas B for fuels is sent out via the fuel supply line F36 towards the fuel cell section 1 as gas C for fuels to the exhaust gas temperature up heat exchange section 5.

[0052] Here, the air and the gas for fuels (a recirculating gas is included) which are supplied to the starting combustion section 7 are performed by controlling by the control section which does not illustrate the fuel-supply valve 4, the fuel gas ejector flow-rate-controlling valve 22, an exhaust gas recirculating fan 21, the starting air supply valve 27, the starting air supply fan 26, the pilot air supply valve 28, and the pilot fuel-supply valve 25. Based on the measured value of the densimeter 9 just before going into the fuel cell section 1, it controls by the feedback control method or the PID-control method to grow into the presentation of the desired gas C for fuels in that case.

[0053] For example, it is made to be the following to mix the oxygen of a constant rate in the gas for fuels. That is, an oxygen density is supervised with a concentration meter 9, and when oxygen is insufficient, the starting air supply valve 27, the starting air supply fan 26, and the pilot air supply valve 28 are controlled appropriately to increase supply of air. Or the fuel-supply valve 4, the fuel gas ejector flow-rate-controlling valve 22, an exhaust gas recirculating fan 21, and the pilot fuel-supply valve 25 are controlled, the component of fuel gas is decreased, and it is made to decrease the oxygen consumed by combustion. It is possible to make the oxygen density in the gas for fuels increase as mentioned above. Moreover, oxygen can be lost if the above-mentioned reverse is performed to mix oxygen in the gas for fuels.

[0054] The playback heat exchange section 10 carries out heat exchange of the gas for fuels, and the oxidizer gas. That is, about Rhine of the gas for fuels, one side is connected to the other end of the fuel supply line G37, and another side is connected to the fuel supply line H38. Moreover, about Rhine of the gas for oxidizers (air), one side is connected to the other end of air supply Rhine G65, and another side is connected to air supply Rhine H66. And heat exchange between the air of air supply Rhine G65 course just before going into the gas C for fuels and the fuel cell section 1 of fuel supply line G37 course just before going into the fuel cell section 1 is performed. It is a heat exchanger for making the temperature gradient of

fuel gas and air as small as possible. And the thermal stress of nothing and a fuel cell is controlled for the temperature gradient between the fuel electrode of a fuel cell, and an air pole.

[0055] A fuel pressure gauge 8-1 is near the fuel cell section 1 in the middle of the fuel supply line H38. It is a pressure gage for measuring the pressure of the gas C for fuels just before going into the fuel cell section 1. They are an electric-type manometer, a Bourdon gage, a diaphragm gage, etc. (resistance wire, piezoelectricity, semi-conductor, etc.). A measurement result is outputted to the control section which is not illustrated.

[0056] A concentration meter 9 is near the fuel cell section 1 in the middle of the fuel supply line H38. It is a gas concentration measuring instrument for measuring the concentration of fuel gas just before going into the fuel cell section 1. They are inflammable gas sensors, such as simple gas chromatography meter, a semi-conductor type, and a contact combustion equation, a solid-state heat-conduction type, etc. A measurement result is outputted to the control section which is not illustrated.

[0057] Next, the starting system gas line (Rhine mainly in connection with the pilot combustion section 29 of the starting combustion section 7) of the starting combustor 7 is explained. The starting air supply fan 26 connected one side to starting air supply Rhine A53 connected to the external air supply section which does not illustrate the end section, and is connecting another side to the end section of starting air supply Rhine B54. He is the fan who pulls out air from the external air supply section. It is possible to control the flow rate of the air to pull out by a fan's rotational frequency etc. The starting air supply fan 26 is controlled by the control section which is not illustrated.

[0058] The pilot air supply valve 28 connected one side to starting air supply Rhine D56 where the end section was connected in the middle of starting air supply Rhine B54, and has connected another side to the end section of starting air supply Rhine E57. It is the valve which controls supply in the pilot combustion section 29 of the starting combustion section 7 of the air introduced from the starting air supply fan 26. It is controlled by the control section which is not illustrated.

[0059] The pilot fuel-supply valve 25 connected one side to the starting fuel supply line A51 to which the end section was connected in the middle of fuel supply line A3, and has connected another side to the end section of starting fuel supply line B-52. It is the valve which controls supply of the fuel gas from the fuel feed zone 3 to the pilot combustion section 29 of the starting combustion section 7. Moreover, it also has the function which lowers the pressure of the high-pressure fuel gas in the fuel feed zone 3. The pilot fuel-supply valve 4 is controlled by the control section which is not illustrated.

[0060] The starting air supply valve 27 connected one side to starting air supply Rhine B54 where the end section was connected to the starting air supply fan 26, and has connected another side to the end section of starting air supply Rhine C55. It is the valve which controls supply in the Mayne combustion section 30 of the starting combustion section 7 of the air introduced from the starting air supply fan 26. It is controlled by the control section which is not illustrated.

[0061] Next, an oxidizer gas-related oxidizer system gas line (Rhine which supplies the air which is an oxidizer to a fuel cell) is explained. The air supply fan 15 connected one side to air supply Rhine A59 connected to the external air supply section which does not illustrate the end section, and is connecting another side to the end section of air supply Rhine B60. He is the fan who pulls out air from the external air supply section. It is possible to control the flow rate of the air to pull out by a fan's rotational frequency etc. The air supply fan 15 is controlled by the control section which is not illustrated.

[0062] The air supply valve 16 connected one side to air supply Rhine B60 where the other end was connected to the air supply fan 15, and has connected another side to the end section of air supply Rhine C61. It is the valve which controls supply in the fuel cell section 1 of the air introduced from the air supply fan 15. It is controlled by the control section which is not illustrated.

[0063] The intake air cooling zone 17 is a heat exchanger. The low temperature side connected one side to the other end of air supply Rhine C61, and has connected another side to the end section of air supply Rhine D62. The elevated-temperature side connected one side to the other end of air supply Rhine E63, and has connected another side to the end section of air supply Rhine F64. It is the heat exchanger which carries out heat exchange of the air from the air supply valve 16 to the hot air which went via the air-preheat section 13 (after-mentioned), and carries out a temperature up.

[0064] The air-preheat section 13 is a heat exchanger. The low temperature side connected one side to the other end of air supply Rhine D62, and has connected another side to the end section of air supply Rhine E63. The elevated-temperature side connected one side to the other end (the end section is connected to the exhaust gas combustion section 12) of exhaust gas Rhine A40, and has connected another side to the end section of exhaust gas Rhine B41. It is the heat exchanger which carries out heat exchange of the air by the

side of the low temperature of the intake air cooling zone 17 to the hot combustion gas discharged from the exhaust gas combustion section 7 (after-mentioned), and carries out a temperature up.

[0065] The stack cooling section 18 connects one side to the other end of air supply Rhine F64, and has connected another side to the end section of air supply Rhine G65. And the air by the side of the elevated temperature of the intake air cooling zone 17 is introduced into the fuel cell section 1, and carries out heat exchange to the heat generated at the side edge of the fuel cell section 1, and the temperature up of the air is carried out.

[0066] Since the playback heat exchange section 10 (as common as a fuel gas side) is as stated above, it omits explanation. An air manometer 8-2 is near the fuel cell section 1 in the middle of air supply Rhine H66. It is a pressure gage for measuring the pressure of air just before going into the fuel cell section 1. They are an electric-type manometer, a Bourdon gage, a diaphragm gage, etc. (resistance wire, piezoelectricity, semi-conductor, etc.). A measurement result is outputted to the control section which is not illustrated.

[0067] Next, an offgas treatment-related exhaust gas system gas line (Rhine mainly in connection with the exhaust gas after the fuel cell section 1) is explained. The other end of the fuel gas supply line I39 which supplies fuel exhaust gas and air exhaust gas from the fuel cell section 1 side, and the other end of air supply Rhine I67 have connected with the exhaust gas combustion section 12. Moreover, the other end of the auxiliary fuel supply line B69 has connected with supply of an auxiliary fuel. Furthermore, in order to circulate the combustion gas formed in the exhaust gas combustion section 12, the end section of exhaust gas Rhine A40 and the other end of exhaust gas Rhine F49 have connected. It is the combustor which mixes the fuel gas and air which were used by the body 2 of a fuel cell, and burns. Combustion is performed in order to use the heat energy by combustion by the latter air-preheat section, a latter gas turbine (not shown), etc., and to remove the harmful matter in exhaust gas (a carbon monoxide is used as a carbon dioxide). Combustion gas is discharged via exhaust gas Rhine A40 to the air-preheat section 13.

[0068] Since the air-preheat section 13 (as common as an oxidizer gas side) is as stated above, it omits the explanation. As for the warm water heat exchange section 14, one side is connected to the other end of exhaust gas Rhine B41, and the elevated-temperature side has connected another side to the end section of exhaust gas Rhine C42. The low temperature side is connected to water Rhine 70. It is the heat exchanger which collects the heat of the exhaust gas which went via the air-preheat section 13 with the water which flows to a low temperature side. The water which turned into warm water is used for other applications (a hot-water supply system, warm water condensator, etc.). In addition, a part of combustion gas is discharged from the other end of exhaust gas Rhine 42C outside.

[0069] The exhaust gas recirculating fan 21 connected the other end and one side of the exhaust gas re-circulation line A44 which connected the end section in the middle of exhaust gas Rhine C42, and has connected another side to the exhaust gas re-circulation line B45. He is the fan who pulls out in order to carry out recycling of the part among the combustion gases discharged outside. The remainder is recycled [ the pulled-out combustion gas ] for a part toward the supply line (fuel supply line C33) of fuel gas to the exhaust gas combustion section 12. The combustion gas which goes to the supply line of fuel gas is used for the combustion for heating the gas B for fuels in the Mayne combustion section 30 using the oxygen of the minute amount contained in a combustion gas. The combustion gas which goes to the remaining exhaust gas combustion section 12 is used in order to reduce the oxygen density in cooling for protection of the exhaust gas combustion section 12, and combustion in the exhaust gas combustion section 12, to make flame temperature low and to reduce NOx by exhaust gas recycle.

[0070] The exhaust gas ejector flow-rate-controlling valve 23 connected the other end and one side of the exhaust gas re-circulation line C46 which connected the end section in the middle of the exhaust gas re-circulation line B45, and has connected another side to the exhaust gas re-circulation line D47. It is the valve which adjusts the amount of the exhaust gas which the exhaust gas ejector 24 (after-mentioned) sucks out with the flow rate of the combustion gas which flows self. The exhaust gas ejector flow-rate-controlling valve 23 is controlled by the control section which is not illustrated.

[0071] The exhaust gas ejector 24 connected one side to the other end of the exhaust gas re-circulation line D47, and has connected another side to the end section of the exhaust gas re-circulation line F49. Moreover, the other end of the exhaust gas re-circulation line D47 (the end section is connected in the middle of exhaust gas Rhine C42) has connected as piping of the gas drawn. A part of combustion gas discharged from the warm water heat exchange section 14 is drawn in the flow of the gas which goes to the exhaust gas combustion section 12 using the flow of the gas which goes to the exhaust gas combustion section 12 from an exhaust gas recirculating fan 21. The flow rate to draw is controlled by the flow rate of the flow of the

gas which goes to the exhaust gas combustion section 12. For example, it is controlled by the exhaust gas ejector flow-rate-controlling valve 23. This exhaust gas is used in order to reduce the oxygen density in cooling for protection of the exhaust gas combustion section 12, and combustion in the exhaust gas combustion section 12, to make flame temperature low and to reduce NO<sub>x</sub> by exhaust gas recycle.

[0072] The fuel gas ejector flow-rate-controlling valve 22 connects one side to the other end of the exhaust gas re-circulation line B45, and has connected another side to the end section of the exhaust gas re-circulation line G50. And the fuel ejector 6 is a valve for adjusting the amount of exhaust gas which sucks out the fuel exhaust gas from the body 2 of a fuel cell to a fuel system gas line. It is controlled by the control section which is not illustrated.

[0073] The auxiliary fuel feed zone 19 is connected to the end section of the auxiliary fuel supply line A68. It is the feed zone which supplies the auxiliary fuel in the exhaust gas combustion section 12 in case fuel gas runs short in the case of exhaust gas combustion. It is the gas line connected to the case where they are one or more bombs, a gas holder, or gas generation equipment. In this example, it is a methane chemical cylinder.

[0074] The auxiliary fuel-supply valve 20 connects one side to the other end of the auxiliary fuel supply line A68, and has connected another side to the end section of the auxiliary fuel supply line B69. It is the valve which controls supply of the fuel gas from the auxiliary fuel feed zone 19 to the exhaust gas combustion section 12. Moreover, it also has the function which lowers the pressure of the high-pressure fuel gas in the auxiliary fuel feed zone 19. The auxiliary fuel-supply valve 20 is controlled by the control section which is not illustrated.

[0075] Next, the actuation in the gestalt of operation of the fuel cell system which is this invention, and a cogeneration system is explained with reference to drawing 1.

[0076] The actuation at the time of starting of a fuel cell is explained. The temperature of the fuel cell section 1 of the condition before starting of a fuel cell system is ordinary temperature, the closedown of each valve is carried out fundamentally, and the closure of a fuel system gas line and the exhaust gas system gas line is usually permuted and carried out by inactive gas. As for the air processing subsystem gas line, air remains.

[0077] In early stages of starting of a fuel cell, inactive gas (or gas which does not contain oxygen) first repermutes the fuel electrode side of the fuel cell section 1 and a fuel system gas line, and exhaust gas system Rhine. It is because it will have a bad influence on the fuel electrode of the body 2 of a fuel cell if the oxygen component remains. As gas for a permutation, the exhaust gas generated by combustion in the pilot combustion section 29 of the starting combustion section 7 is used.

[0078] First, the pilot fuel-supply valve 25 is made into suitable opening, and it is controlled so that the methane (fuel gas) of an appropriate flow rate flows. On the other hand, the starting air supply fan 26 is operated and the pilot air supply valve 28 is made into suitable opening, and it controls so that the air (oxidizer gas) of an appropriate flow rate flows. Methane and air are supplied to the pilot combustion section 29, and combustion is started by the ignition source which is not illustrated. It makes it small whether the ratio of air and methane is equal to theoretical air fuel ratio, and carries out as [ remain / air ] (methane becomes with superfluous [ some ] like). The gas which occurs by combustion is mainly a carbon dioxide and a steam, and nitrogen, the methane of non-\*\*, etc. are in others.

[0079] The exhaust gas by these combustion comes out of the fuel supply line F36 linked to the starting combustion section 7, and it reaches the fuel cell section 1, permuting the gas which remains in a fuel system gas line. And the gas which remains the fuel electrode side of the body 2 of a fuel cell into it with a passage is permuted. Then, inactive gas (or gas which does not contain oxygen) repermutes each part by reaching the exhaust gas combustion section 12, passing along the air-preheat section 13 etc., and passing along exhaust gas system Rhine further.

[0080] That is, by forming the pilot combustion section 29 of small capacity in the starting combustion section 7 of a fuel system gas line (fuel feed system), with the combustion gas, the oxygen component which remains to the cell interior of a room of the body 2 of a fuel cell can be purged, and the equipment for purge gas supply of nitrogen etc. becomes unnecessary.

[0081] Then, the body 2 of a fuel cell is heated. In order to heat, an oxidizer system gas line is heated by actuation of the exhaust gas combustion section 12 to coincidence as \*\*. By actuation of \*\* starting combustion section 7, heat a fuel system gas line and curve. And by \*\* and \*\*, the temperature of the body 2 of a fuel cell is raised, and it is made operating temperature. If a generation of electrical energy starts, operation will become independent by the heat which the body 2 of a fuel cell emits, and generation of heat of the exhaust gas combustion section 12.

[0082] here -- actuation of the above-mentioned \*\* starting combustion section 7 -- a fuel system gas line -- heating \*\*\*\*\* -- it explains. First, the fuel-supply valve 4 is made into suitable opening, and it is controlled so that the methane (fuel gas) of an appropriate flow rate flows. On the other hand, the starting air supply fan 26 is operated and the starting air supply valve 27 is made into suitable opening, and it controls so that the air (oxidizer gas) of an appropriate flow rate flows. Methane and air are supplied to the Mayne combustion section 30. Then, combustion is started by making the flame of combustion of the above-mentioned pilot combustion section 29 into charcoal. the ratio of methane and the oxygen in air boils the flow rate of air and methane more greatly than 1:2, and it is made to become That is, it is made the conditions in which the perfect combustion shown in following the (1) type happens certainly, and oxygen remains. Gas is heated by exothermic reaction and it sends into the fuel electrode of a fuel system gas line and the body 2 of a fuel cell. By doing so, the gas for fuels, a fuel system gas line, and a fuel electrode are heated.



[0083] It is made the conditions in which oxygen remains for performing baking processing of a fuel electrode to coincidence at the time of the first starting. Namely, in the time of the first starting, a fuel electrode is in the condition which dried the paste (what mixed the raw material of a fuel electrode component to the organic material). And in the temperature up process of starting of the beginning of a fuel cell, it is because it is necessary to perform baking processing in an oxidizing atmosphere. The oxygen density of the gas for fuels introduced to a fuel electrode is measured with a densimeter 9, and is fed back to a control section. A control section controls each valve and fan in connection with combustion of the starting combustion section 7 to grow into an oxygen density required for paste baking.

[0084] next, actuation of the above-mentioned \*\* exhaust gas combustion section 12 -- an oxidizer system gas line -- heating \*\*\*\*\* -- it explains. The air supply fan 15 is operated and the air supply valve 16 is made into suitable opening. And the air (oxidizer gas) of an appropriate flow rate controls to flow toward the air pole of the fuel cell section 1. Then, the hot steam of a fuel system gas line and carbon dioxide (and nitrogen) which were generated by (1) type, and the air of an oxidizer system gas line are supplied to the playback heat exchange section 10. Then, heat exchange is performed, a steam, and a carbon dioxide (and nitrogen) and air serve as almost same temperature, and it goes into the body 2 of a fuel cell. After heating the body 2 of a fuel cell, the above-mentioned gas goes into the exhaust gas combustion section 12 as it is. And in the air-preheat section 13, heat exchange of the exhaust gas is carried out to the air of the oxidizer system gas line before going into the body 2 of a fuel cell, and it carries out the temperature up of the air. With an exhaust gas recirculating fan 21, a part passes along the fuel gas ejector flow-rate-controlling valve 22 of a fuel system gas line, and exhaust gas joins by fuel gas and the fuel-supply gas line C33. And the fuel ejector 6 is operated. A part of exhaust gas immediately after coming out of the body 2 of a fuel cell is sucked out by this actuation to the fuel ejector 6.

[0085] The temperature of the body 2 of a fuel cell rises, and the rate of the amount of oxygen supplied to the starting combustion section 7 is gradually decreased in the phase which baking processing of a fuel electrode ended. And methane changes into a superfluous condition conversely. At this time, the oxygen density of the gas for fuels supplied to the body 2 of a fuel cell serves as zero. A control section carries out feedback control of each valve and the fan based on the measurement result of the oxygen density by the concentration meter 9, and methane concentration.

[0086] The steam and carbon dioxide (and nitrogen) which are generated in the starting combustion section 7, and the methane which became superfluous perform air and heat exchange in the playback heat exchange section 10. And a steam, a carbon dioxide and methane (and nitrogen), and air serve as almost same temperature, and it goes into the body 2 of a fuel cell. Since a generation of electrical energy does not break out when temperature is not high enough, gas goes into the exhaust gas combustion section 12 as it is. And methane and air burn by the ignition source which is not illustrated there, and the generation of heat generates hot exhaust gas (a steam, a carbon dioxide, and nitrogen). In the air-preheat section 13, heat exchange of the exhaust gas is carried out to the air before going into the body 2 of a fuel cell, and it carries out the temperature up of the air. Thus, air, an air pole, an oxidizer system gas line, and an exhaust gas system gas line are heated by the heat of exhaust gas combustion in the exhaust gas combustion section 12. Moreover, a part of the exhaust gas joins the gas for fuels by fuel circulation line 58-fuel ejector 6 course.

[0087] The amount of supply of the gas for fuels in the above-mentioned \*\*\*\* and air is controlled so that the difference of the temperature (it measures with the thermometer 11-1 for fuels) of the gas for fuels in front of the body 2 of a fuel cell and the temperature (it measures with the thermometer 11-2 for air) of the air in front of the body 2 of a fuel cell does not become larger than the values (for example, less than \*\*10



etc. degrees C etc.) set up beforehand. That is, when the gas for fuels is an elevated temperature, or it extracts the flow rate of the air supplied to a fuel electrode side at the starting combustion section 7, or it extracts the flow rate of both air and the gas for fuels and it suppresses oxidation reaction, the measures of reducing an air flow rate to an air pole side are taken. On the other hand, when air is an elevated temperature, or it raises the flow rate of both the air supplied to a fuel electrode side at the starting combustion section 7, and the gas for fuels and increases oxidation reaction, the measures of making an air flow rate increase to an air pole side etc. are taken.

[0088] In addition, the temperature (it measures with the thermometer 11-1 for fuels) of the gas for fuels in front of the body 2 of a fuel cell and the temperature (it measures with the thermometer 11-2 for air) of the air in front of the body 2 of a fuel cell can also be controlled to the value according to individual, respectively. That is, the temperature of the gas for fuels is controllable if the flow rate of the air supplied to the starting combustion section 7 or fuel gas is adjusted. Moreover, the temperature of air is controllable if an air flow rate is adjusted.

[0089] Similarly, the amount of supply of the gas for fuels in the above-mentioned \*\*\*\* and air is controlled so that the difference of the pressure (it measures with a fuel pressure gauge 8-1) of the gas for fuels in front of the body 2 of a fuel cell and the pressure (it measures with an air manometer 8-2) of the air in front of the body 2 of a fuel cell does not become larger than the values (for example, less than \*\*10 etc. cmAqs etc.) set up beforehand. That is, when the gas for fuels is high pressure, or it extracts the flow rate of the air supplied to a fuel electrode side at the starting combustion section 7 or extracts the flow rate of both air and the gas for fuels, the measures of making an air flow rate increase to an air pole side etc. are taken. On the other hand, when air is high pressure, or it raises the flow rate of both the air supplied to a fuel electrode side at the starting combustion section 7, and the gas for fuels, the measures of decreasing an air flow rate to an air pole side are taken.

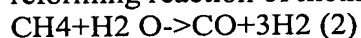
[0090] In addition, it is also possible to control the pressure (for it to measure with a fuel pressure gauge 8-1) of the gas for fuels in front of the body 2 of a fuel cell and the pressure (for it to measure with an air manometer 8-2) of the air in front of the body 2 of a fuel cell to the value according to individual, respectively. That is, the pressure of the gas for fuels is controllable if the flow rate of the air supplied to the starting combustion section 7 or fuel gas is adjusted. Moreover, the pressure of air is controllable if an air flow rate is adjusted.

[0091] Moreover, the gas which circulates in this phase is a steam, a carbon dioxide, nitrogen, and methane as a principal component.

[0092] The two combustion sections (the pilot combustion section 29, the Mayne combustion section 30) from which capacity differs are installed in a fuel system gas line, and it becomes possible by lighting the pilot combustion section 29 of small capacity before ignition of the mass Mayne combustion section 30 to use the pilot combustion section 29 as charcoal of the Mayne combustion section 30.

[0093] As mentioned above, in order to carry out the temperature up of the air to the gas for fuels and the list which flow into the body 2 of a fuel cell, the starting combustion section 7 and the exhaust gas combustion section 12 are installed, respectively. And based on the inlet temperature (it measures with the thermometer 11-1 for fuels, and the thermometer 11-2 for air) of the body 2 of a fuel cell, the quantity of gas flow for fuels to each combustion section and an air flow rate are operated according to an individual. By doing so, it becomes possible to adjust the amount of combustion in each combustion section according to an individual. And it becomes possible to operate the temperature of the gas for fuels, and air according to an individual. Therefore, a temperature up and temperature fall actuation are attained, suppressing the temperature gradient of the fuel which flows into a fuel cell, and air below to an allowed value. In addition, it becomes unnecessary about external heat sources, such as an electric heater for temperature ups.

[0094] If the temperature of the body 2 of a fuel cell rises and it becomes about 800 degrees C, a generation of electrical energy will become possible. Moreover, in this phase, activation of the nickel / the fully-stabilized-zirconia catalyst of a fuel electrode is carried out by the gas (mainly a steam, a carbon dioxide, nitrogen, methane) which flows a fuel electrode side. Therefore, it is in the condition in which the steam-reforming reaction of methane is possible on a fuel electrode like the following formula (2).



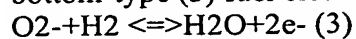
[0095] The reaction of a formula (2) is endothermic reaction. Therefore, in early stages of a generation of electrical energy of a fuel cell, when the calorific value of the fuel cell itself is not enough, oxidation reaction (the above-mentioned formula (1)) in the starting combustion section 7 is continued. And after carrying out the preheating of the gas for fuels, it sends into the body 2 of a fuel cell.

[0096] Furthermore, in the generation-of-electrical-energy condition of the fuel cell of a stationary that the



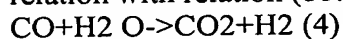
generation of electrical energy of a fuel cell progressed, the calorific value of the fuel cell itself becomes enough. In that case, oxidation reaction (the above-mentioned formula (1) = combustion) in the starting combustion section 7 is lessened. And oxidation reaction and recycling (fuel circulation line 58-fuel ejector 6 course) of the fuel exhaust gas which is exhaust gas of the fuel gas from the body 2 of a fuel cell perform the preheating of the gas for fuels.

[0097] The steam in oxidation reaction and the steam generated in a fuel electrode side with a generation of electrical energy with the body 2 of a fuel cell are used for the moisture in the above-mentioned steam reforming (the above-mentioned formula (2)). The water vapor content in oxidation reaction is calculable from the above-mentioned formula (1) from the amount of the oxygen which causes the oxidation reaction in the starting combustion section 7, and methane. Moreover, the water vapor content accompanying a generation of electrical energy with the body 2 of a fuel cell is calculable from the reaction formula in a bottom-type (3) fuel electrode with the electric energy of the generated power.



[0098] It controls by the control section which is not illustrated so that the calculated water vapor content turns into a water vapor content required for steam reforming. If there are many water vapor contents, oxidation reaction in the starting combustion section 7 will be decreased (the amount of air supply to the starting combustion section 7 is decreased), or it will control decreasing the amount of recycling from the fuel electrode of fuel exhaust gas to the starting combustion section 7 etc., for example. Moreover, if there are few water vapor contents, oxidation reaction in the starting combustion section 7 will be made to increase (the amount of air supply to the starting combustion section 7 is increased), or it will control making the amount of recycling to the starting combustion section 7 increase from the fuel electrode of fuel exhaust gas etc., for example. Moreover, fluctuation of the temperature (it measures with a fuel temperature a total of 11-1 and an air thermometer 11-2) and the pressure accompanying it (it measures with a fuel pressure gauge 8-1 and an air manometer 8-2) is adjusted so that it may become a suitable value suitably (after-mentioned).

[0099] Although the ratio (= steam / carbon ratio) of the steam of left part and the carbon in methane in the above-mentioned formula (2) is 1:1 here, it is usually carried out by 3:1-5:1 from the capacity of a catalyst, relation with relation (bottom type (4)) with a water gas shift reaction, etc.



Therefore, the moisture content to control is controlled to go into the range of steam:methane = 3:1-5:1.

[0100] The starting combustion section 7 is installed in a fuel system gas line, and it becomes possible to adjust the steam / carbon ratio of the fuel electrode inflow gas for internal reforming by adjusting the air flow rate supplied to the starting combustion section 7, a fuel gas flow rate, etc., without using a condenser etc. Moreover, it becomes possible to adjust the steam / carbon ratio of the fuel electrode inflow gas for internal reforming also by adjusting the amount of fuel emission which installs a fuel gas ejector and is recycled to a fuel system gas line.

[0101] As mentioned above, the starting combustion section 7 is installed in a fuel system gas line, and the air flow rate supplied to the starting combustion section 7 is operated with the concentration (an oxygen density is measured with a concentration meter 9) in the inlet port of the fuel cell section 1. Thereby, operation of oxidation operation which supplies oxygen to a fuel electrode side, fine oxygen operation which stopped the oxygen density, reduction operation which does not pass oxygen at all is attained in permutation gas, such as nitrogen, without requiring supply \*\*\*\*\* equipment.

[0102] Also in the generation-of-electrical-energy condition of the fuel cell of the above-mentioned stationary, the amount of supply of the gas for fuels and air is controlled so that the difference of the temperature (it measures with the thermometer 11-1 for fuels) of the gas for fuels in front of the body 2 of a fuel cell and the temperature (it measures with the thermometer 11-2 for air) of the air in front of the body 2 of a fuel cell does not become larger than the values (for example, less than \*\*10 etc. degrees C etc.) set up beforehand. That is, when the gas for fuels is an elevated temperature, or it extracts the flow rate of the air supplied to the starting combustion section 7 which reduces the amount of the fuel exhaust gas which extracts a fuel gas ejector flow-rate-controlling valve to a fuel electrode side, and is recycled via the fuel recycling Rhine 58-fuel ejector 6 from the fuel electrode of the body 2 of a fuel cell and suppresses oxidation reaction, the measures of reducing an air flow rate to an air pole side are taken. On the other hand, when air is an elevated temperature, or it increases the flow rate of the air supplied to the starting combustion section 7 which increases the amount of the fuel exhaust gas which opens a fuel gas ejector flow-rate-controlling valve, and is recycled from the fuel electrode of the body 2 of a fuel cell in a fuel electrode side and promotes oxidation reaction, the measures of reducing an air flow rate to an air pole side

are taken.

[0103] Similarly, also in the generation-of-electrical-energy condition of the fuel cell of the above-mentioned stationary, the amount of supply of the gas for fuels and air is controlled so that the difference of the pressure (it measures with a fuel pressure gauge 8-1) of the gas for fuels in front of the body 2 of a fuel cell and the pressure (it measures with an air manometer 8-2) of the air in front of the body 2 of a fuel cell does not become larger than the values (for example, less than  $10 \text{ cmAqs}$  etc.) set up beforehand. That is, when the gas for fuels is high pressure, or it extracts the flow rate of both the air supplied to the starting combustion section 7 which reduces the amount of the fuel exhaust gas which extracts a fuel gas ejector flow-rate-controlling valve to a fuel electrode side, and is recycled via the fuel recycling Rhine 58-fuel ejector 6 from the fuel electrode of the body 2 of a fuel cell, and the gas for fuels, the measures of making an air flow rate increase to an air pole side etc. are taken. On the other hand, when air is high pressure, or it increases the flow rate of both the air supplied to the starting combustion section 7 which increases the amount of the fuel exhaust gas which opens a fuel gas ejector flow-rate-controlling valve, and is recycled from the fuel electrode of the body 2 of a fuel cell in a fuel electrode side, and the gas for fuels, the measures of decreasing an air flow rate to an air pole side are taken.

[0104] The fuel cell system of this invention enables it to operate a fuel cell system, without requiring equipment for permutation gas like nitrogen. And reduction and low-cost-izing of facility cost can be attained.

[0105] Moreover, the temperature and the pressure of the fuel gas supplied to a fuel cell and oxidizer gas are controllable by the fuel gas and oxidizer side according to an individual by the fuel cell system of this invention. That is, it becomes possible to raise the controllability of a fuel cell.

[0106] Furthermore, it is controllable by the combustion section which prepared supply of the steam in the internal reforming reaction of a fuel cell in the fuel gas and exhaust gas side by the fuel cell system of this invention. That is, a steam can be used more effectively and it leads to improvement in effectiveness.

[0107] Moreover, it becomes possible by taking out exhaust heat of the above-mentioned fuel cell from the warm water heat exchange section 14 to construct the cogeneration system which carried out the combined harvester and thresher to the facility using exhaust heat. As a facility using exhaust heat, they are heat pump, an absorption refrigerator, a boiler, a heat exchanger for heating, etc.

[0108] Moreover, it is also possible to take out exhaust heat of the above-mentioned fuel cell as a combustion gas of the exhaust gas combustion section 12, and to introduce it into a gas turbine.

[0109]

[Effect of the Invention] By this invention, equipment of a fuel cell system and a cogeneration system can be reduced, and the miniaturization as the whole facility and low cost-ization are attained.

---

[Translation done.]

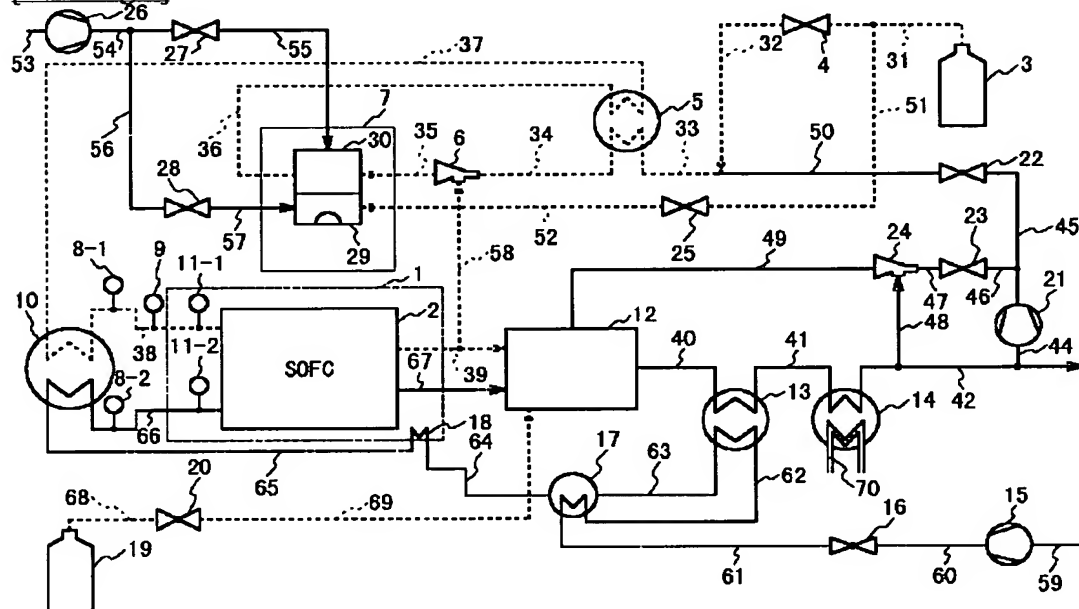
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

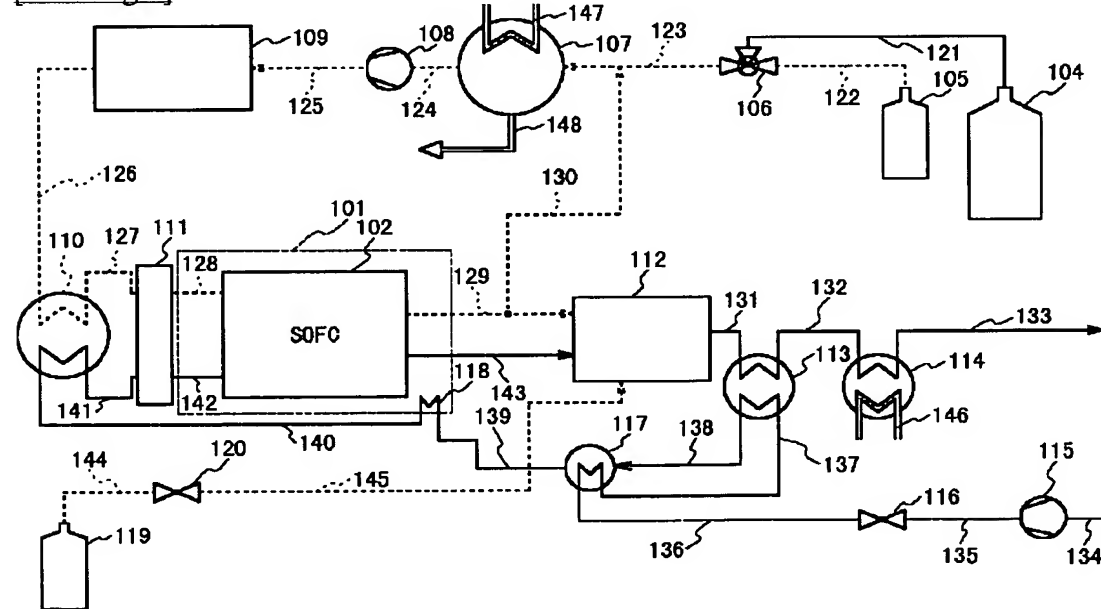
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-59519

(P2003-59519A)

(43) 公開日 平成15年2月28日 (2003.2.28)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 M 8/04

識別記号

F I

H 0 1 M 8/04

テーマコード(参考)

X 5 H 0 2 6

A 5 H 0 2 7

J

T

Z

8/00

8/00

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-243007(P2001-243007)

(22) 出願日 平成13年8月9日(2001.8.9)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 小野 仁意

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72) 発明者 大谷 雄一

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(74) 代理人 100102864

弁理士 工藤 実 (外1名)

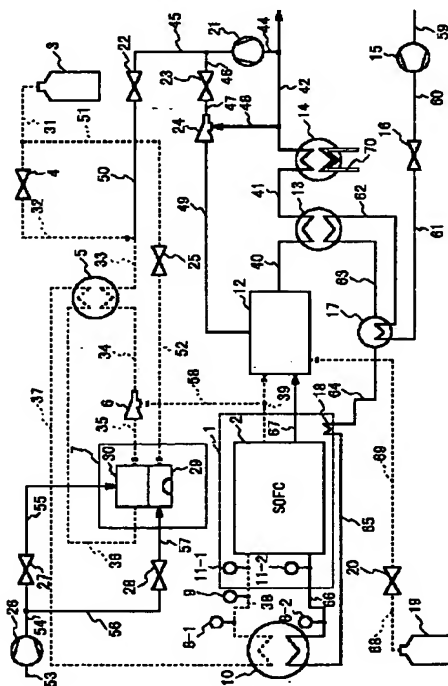
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム及びコジェネレーションシステム

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池システムの付帯設備の削減を行なうことが出来、設備全体としてのコンパクト化及び低コスト化が可能となる。

【解決手段】 制御部と、燃料ガスと第1酸化剤ガスの供給により、前記燃料ガスを燃焼する起動燃焼部7と、前記燃料ガスと第2酸化剤ガスの供給により、発電を行なう燃料電池1と、起動燃焼部7と燃料電池1とを含み、前記燃料ガスが循環可能な循環管路36-37-38-39-58-35とを具備する。そして、前記制御部は、循環管路36-37-38-39-58-35を経由して、起動燃焼部7で燃焼された前記燃料ガスを燃料電池1へ供給し、燃料電池1で使用された前記燃料ガスを起動燃焼部7へ戻す燃料電池システムを実施する。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】制御部と、

燃料ガスと酸化剤ガスの供給により、前記燃料ガスを燃焼する起動燃焼部と、

燃料ガスと酸化剤ガスの供給により、発電を行なう燃料電池と、

前記起動燃焼部と前記燃料電池とを含み、前記燃料ガスが循環可能な循環管路と、

を具備し、

前記制御部は、前記起動燃焼部で燃焼された前記燃料ガスで、前記循環管路内のガスを置換する、

燃料電池システム。

【請求項 2】前記起動燃焼部は、小容量の燃焼が可能なパイロット燃焼部と、

を具備し、

前記循環管路内のガスを置換する前記燃料ガスは、前記パイロット燃焼部が前記燃料ガスを燃焼して生成するガスである、

請求項 1 に記載の燃料電池システム。

## 【請求項 3】制御部と、

燃料ガスと第 1 酸化剤ガスの供給により、前記燃料ガスを燃焼する起動燃焼部と、

前記燃料ガスと第 2 酸化剤ガスの供給により、発電を行なう燃料電池と、

前記起動燃焼部と前記燃料電池とを含み、前記燃料ガスが循環可能な循環管路と、

を具備し、

前記制御部は、前記循環管路を経由して、前記起動燃焼部で燃焼された前記燃料ガスを前記燃料電池へ供給し、前記燃料電池で使用された前記燃料ガスを前記起動燃焼部へ戻す、

燃料電池システム。

【請求項 4】前記燃料電池の燃料極側へ供給される前記燃料ガスの酸素濃度を測定する濃度計と、

を更に具備し、

前記制御部は、前記燃料電池の運転条件と、前記濃度計の測定結果である酸素値に基づいて、前記起動燃焼部での前記燃焼を制御する、

請求項 3 に記載の燃料電池システム。

【請求項 5】前記燃料電池の燃料極側へ供給される前記燃料ガスの温度を計測する燃料温度計と、

を更に具備し、

前記制御部は、前記燃料温度計の計測結果である燃料温度値に基づいて、前記燃料温度値が予め設定した値の範囲に収まるように、前記起動燃焼部での燃焼を制御する、

請求項 3 又は 4 に記載の燃料電池システム。

【請求項 6】前記燃料電池の空気極側へ供給される前記第 2 酸化剤ガスの温度を計測する空気温度計と、

前記燃料電池で使用された前記燃料ガスと前記第 2 酸化

剤ガスとを燃焼し、排出する燃焼排ガスで第 2 酸化剤ガスを加熱する排ガス燃焼部と、

を更に具備し、

前記制御部は、前記空気温度計の計測結果である空気温度値に基づいて、前記空気温度値が予め設定した値の範囲に収まるように、前記排ガス燃焼部での燃焼を制御する、

請求項 3 乃至 5 のいずれか一項に記載の燃料電池システム。

【請求項 7】前記燃料電池の燃料極側へ供給される前記燃料ガスの温度を計測する燃料温度計と、

前記燃料電池の空気極側へ供給される前記第 2 酸化剤ガスの温度を計測する空気温度計と、

前記燃料電池で使用された前記燃料ガスと前記第 2 酸化剤ガスとを燃焼し、排出する燃焼排ガスで第 2 酸化剤ガスを加熱する排ガス燃焼部と、

を更に具備し、

前記制御部は、前記燃料温度計の計測結果である燃料温度値と前記空気温度計の計測結果である空気温度値とに

基づいて、前記燃料温度値と前記空気温度値との差が、予め設定した値以下となるように、前記起動燃焼部での燃焼と前記排ガス燃焼部での燃焼とを制御する、

請求項 3 又は 4 に記載の燃料電池システム。

【請求項 8】前記燃料電池の燃料極側へ供給される前記燃料ガスの圧力を計測する燃料圧力計と、

を更に具備し、

前記制御部は、前記燃料圧力計の計測結果である燃料圧力値に基づいて、前記燃料圧力値が予め設定した値の範囲に収まるように、前記燃料ガスの流量を制御する、

請求項 3 乃至 7 のいずれか一項に記載の燃料電池システム。

【請求項 9】前記燃料電池の空気極側へ供給される前記第 2 酸化剤ガスの圧力を計測する空気圧力計と、

を更に具備し、

前記制御部は、前記空気圧力計の計測結果である空気圧力値に基づいて、前記空気圧力値が予め設定した値の範囲に収まるように、前記第 2 酸化剤ガスの流量を制御する、

請求項 3 乃至 7 のいずれか一項に記載の燃料電池システム。

【請求項 10】前記燃料電池の燃料極側へ供給される前記燃料ガスの圧力を計測する燃料圧力計と、

前記燃料電池の空気極側へ供給される前記第 2 酸化剤ガスの圧力を計測する空気圧力計と、

を更に具備し、

前記制御部は、前記燃料圧力計の計測結果である燃料圧力値と、前記空気圧力計の計測結果である空気圧力値とに基づいて、前記燃料圧力値と前記空気圧力値との差が、予め設定した値以下となるように、前記燃料ガス及び前記第 2 酸化剤ガスの流量を制御する、

請求項 3 乃至 7 のいずれか一項に記載の燃料電池システム。

【請求項 11】前記燃料電池は、燃料ガスを水蒸気改質する内部改質部を更に具備し、

前記制御部は、

前記起動燃焼部に供給する前記燃料ガスと前記第 1 酸化剤ガスの流量に基づいて、前記水蒸気改質反応を制御する、

請求項 3 乃至 10 のいずれか一項に記載の燃料電池システム。

【請求項 12】前記内部改質部は、前記燃料電池の燃料極である、

請求項 3 乃至 11 のいずれか一項に記載の燃料電池システム。

【請求項 13】請求項 1 乃至 12 のいずれか一項に記載の燃料電池システムと、

前記燃料電池システムの排熱を利用する設備と、を具備するコジェネレーションシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池を用いた発電システム及びコジェネレーションシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】燃料電池システムは、単独で運転する場合でも高効率運転が可能である。しかし、通常は、発生する熱や排ガスを利用するコジェネレーションシステムを組むことにより、より高効率なシステムとしての利用が考えられている。動作温度の低い固体高分子型やリン酸型の燃料電池では、発生する熱を利用する空調システムや給湯システムと一緒に組む例が、一般的である。一方、動作温度の高い熔融炭酸塩型や固体電解質型の燃料電池では、発生する高温（高圧）の排ガスをを用いたガスタービンや蒸気タービンと組み合わせたシステムが提案されており研究が進んでいる。

【0003】一方、燃料電池を用いた発電システムは、電池保護を最優先したシステム構成をしている。そのため、過剰な付帯設備を有している場合が多い。従って、燃料電池をコジェネレーションシステムへ適用するためには、電池保護の運転制約を遵守しつつ、付帯設備を極力削減し、低コスト化、コンパクト化したシステム構成が必要である。加えて、その改良したシステムに対応する運転方法の確立も必要である。

【0004】従来のシステムについて図 2 を参照して説明する。図 2 は、燃料電池を利用したコジェネレーションシステムの構成図である。燃料電池部 101 に供給される燃料ガス（メタンなど）は、まず、燃料供給部 105 から送出される。そして、燃料供給ライン A 122 - 燃料供給切替弁 106 - 燃料供給ライン B 123 を経由して、凝縮器 107 に入る。その時、燃料供給ライン B

123 の途中で燃料循環ライン 130 が接続し、燃料電池部 101 の燃料排ガスが混合され、再循環される。凝縮器 107 では、燃料ガスと燃料排ガスとが、水ライン B 147 で降温され、燃料排ガス中の水蒸気が凝縮される。凝縮水は、十分に溜まった場合には、凝縮水ライン 148 から排出される。

【0005】燃料ガスと燃料排ガスとが混合した燃料用ガスは、燃料供給ライン C 124 経由で燃料再循環ファン 108 により吸い出され、燃料供給ライン D 125 経由で電気ヒータである燃料加熱部 109 に送りこまれる。そして、そこで燃るべき温度に予熱（昇温）される。その後、燃料供給ライン E 126 経由で再生熱交換部 110 に達する。再生熱交換部 110 では、燃料電池部 101 に入る燃料用ガスと酸化剤ガスとを熱交換させることにより、燃料ガスと酸化剤ガスとの温度差を無くす。そして、燃料供給ライン F 127 経由で、圧力緩衝部 111 に入る。圧力緩衝部 111 では、燃料用ガスと酸化剤ガスとの間の圧力差を無くす。そして、最終的に燃料供給ライン G 128 経由で、燃料用ガスは、燃料電池部 101 へ供給される。

【0006】一方、燃料電池部 101 に供給される酸化剤ガス（空気など）については、まず、外部の空気供給部（図示せず）から、しかるべき流量の空気が、空気供給ライン A 134 経由で空気供給ファン 115 により吸い出される。そして、空気供給ライン B 135 - 空気供給弁 116 - 空気供給ライン C 136 経由で、空気は、インテーク空気冷却部 117 の低温側に供給される。インテーク空気冷却部 117 では、導入した空気が高温の空気と熱交換し、昇温される。次に、空気供給ライン D 137 経由で、空気予熱部 113 の低温側に達する。そこで、空気は、排ガス燃焼部 112 で生成した高温排ガスと熱交換を行ない、昇温される。その後、空気供給ライン E 138 を経由して、インテーク空気冷却部 117 の高温側に入る。そこで、導入した空気が低温の空気と熱交換する。

【0007】しかる後、空気は、空気供給ライン F 139 経由でスタック冷却部 118 に達する。そこで、空気は、燃料電池部 101 の周辺部の温度を低下させ、且つ、自身は高温化される。続いて、空気供給ライン G 140 経由で再生熱交換部 110 に達する。再生熱交換部 110 では、燃料電池部 101 に入る燃料用ガスと空気（酸化剤ガス）とを熱交換させることにより、燃料ガスと空気との温度差を無くす。そして、空気供給ライン H 141 経由で、圧力緩衝部 111 に入る。圧力緩衝部 111 では、燃料用ガスと空気との間の圧力差を無くす。そして、最終的に空気供給ライン I 142 経由で、空気は、燃料電池部 101 へ供給される。

【0008】燃料電池部 101 に含まれる燃料電池本体 102 において、既述のようにして導入された燃料用ガス及び空気（酸化剤ガス）により、発電が行なわれる。



なお、燃料ガスは、電池燃料極にて水蒸気改質が行なわれて、水素及び一酸化炭素を含むガスとなり、発電に寄与する。使用済みの燃料用ガスは、燃料供給ラインH129経由で、排ガス燃料部112へ供給される。また、空気は、空気供給ラインJ143経由で、排ガス燃料部112へ供給される。

【0009】排ガス燃焼部112に供給された燃料用ガス及び空気は、そこで混合され燃焼する。生成された高温の燃焼排ガスは、排ガスラインA131経由で空気予熱部113の高温側に入り、空気を予熱する。その後、排ガスラインB132経由で温水熱交換部114の高温に入り、水ラインA146を流れる水と熱交換を行なう。この水は、コジェネレーション用の排熱利用の設備に利用される。そして、燃焼排ガスは、最終的に排ガスラインC133経由で外部に排出される。

【0010】なお、排ガス燃焼部112の燃料ガスが不足の場合には、補助燃料供給部119より補助燃料供給ラインA144-補助燃料供給弁120-補助燃料供給ラインB145経由で供給する。また、置換用の不活性ガスは、置換ガス供給部104から置換ライン121を経由して燃料供給切換弁106より、燃料系ガスラインへ導入される。

【0011】図2のシステムにおいては、燃料系のガスラインを置換するために、置換ガス供給部104や置換ライン121、燃料供給切換弁106などの付帯設備が必要である。また、燃料ガスの水蒸気改質で使用する水蒸気量や燃料電池で発生する水蒸気の管理及び制御のために、凝縮器107が必要となる。そして、燃料極側と空気極側の圧力を概ね等しい状態にするために、圧力緩衝部111を設けている。更に、燃料ガスの予熱用に電気ヒータを使用するため、燃料電池本体102で発電した電力の一部を使用している。

【0012】この様に、図2のシステムは、電池保護を最優先しているために、過剰な付帯設備を有している。上記システムをコジェネレーションシステムへ適用するためには、電池保護の運転制約は守りつつ、付帯設備を極力削減し、低コスト化、コンパクト化したシステム構成、並びに運転方法を確立する必要がある。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の目的は、燃料電池の置換用又はバージ用に排ガスを用いることが可能な燃料電池システム及びコジェネレーションシステムを提供することである。

【0014】また、本発明の別の目的は、燃料電池の置換用又はバージ用の不活性ガスに関わる付帯設備を用いる必要が無い燃料電池システム及びコジェネレーションシステムを提供することである。

【0015】また、本発明の別の目的は、燃料電池に供給する燃料ガス及び酸化剤ガスのそれぞれについて、圧力及び温度を独立して制御することが可能な燃料電池シ

ステム及びコジェネレーションシステムを提供することである。

【0016】また、本発明の別の目的は、燃料電池に供給する水分管理について、ガス流量に基づいて制御が可能である燃料電池システム及びコジェネレーションシステムを提供することである。

【0017】更に、本発明の他の目的は、設備をコンパクト化することが可能な燃料電池システム及びコジェネレーションシステムを提供することである。

【0018】更に、本発明の他の目的は、設備コストを低減することが可能な燃料電池システム及びコジェネレーションシステムを提供することである。

【0019】

【課題を解決するための手段】以下に、[発明の実施の形態]で使用される番号・符号を用いて、課題を解決するための手段を説明する。これらの番号・符号は、[特許請求の範囲]の記載と[発明の実施の形態]との対応関係を明らかにするために付加されたものである。ただし、それらの番号・符号を、[特許請求の範囲]に記載されている発明の技術的範囲の解釈に用いてはならない。

【0020】従って、上記課題を解決するための本発明の燃料電池システムは、制御部(図示せず)と、燃料ガスと酸化剤ガスの供給により、前記燃料ガスを燃焼する起動燃焼部(7)と、燃料ガスと酸化剤ガスの供給により、発電を行なう燃料電池(1)と、前記起動燃焼部

(7)と前記燃料電池(1)とを含み、前記燃料ガスが循環可能な循環管路(36-37-38-39-58-35)とを具備する。そして、前記制御部(図示せず)は、前記起動燃焼部(7)で燃焼された前記燃料ガスで、前記循環管路(36-37-38-39-58-35)内のガスを置換する。

【0021】また、本発明の燃料電池システムは、前記起動燃焼部(7)は、小容量の燃焼が可能なパイロット燃焼部(29)とを具備する。そして、前記循環管路(36-37-38-39-58-35)内のガスを置換する前記燃料ガスは、前記パイロット燃焼部(29)が前記燃料ガスを燃焼して生成するガスである。

【0022】また、本発明の燃料電池システムは、制御部(図示せず)と、燃料ガスと第1酸化剤ガスの供給により、前記燃料ガスを燃焼する起動燃焼部(7)と、前記燃料ガスと第2酸化剤ガスの供給により、発電を行なう燃料電池(1)と、前記起動燃焼部(7)と前記燃料電池(1)とを含み、前記燃料ガスが循環可能な循環管路(36-37-38-39-58-35)とを具備する。そして、前記制御部(図示せず)は、前記循環管路(36-37-38-39-58-35)を経由して、前記起動燃焼部(7)で燃焼された前記燃料ガスを前記燃料電池(1)へ供給し、前記燃料電池(1)で使用された前記燃料ガスを前記起動燃焼部(7)へ戻す。

【0023】更に、本発明の燃料電池システムは、前記燃料電池（１）の燃料極側へ供給される前記燃料ガスの酸素濃度を測定する濃度計（９）とを更に具備する。そして、前記制御部（図示せず）は、前記燃料電池（１）の運転条件と、前記濃度計（９）の測定結果である酸素値に基づいて、前記起動燃焼部（７）での前記燃焼を制御する。

【0024】更に、本発明の燃料電池システムは、前記燃料電池（１）の燃料極側へ供給される前記燃料ガスの温度を計測する燃料温度計（１１－１）とを更に具備する。そして、前記制御部（図示せず）は、前記燃料温度計（１１－１）の計測結果である燃料温度値に基づいて、前記燃料温度値が予め設定した値の範囲に収まるように、前記起動燃焼部（７）での燃焼を制御する。

【0025】更に、本発明の燃料電池システムは、前記燃料電池（１）の空気極側へ供給される前記第２酸化剤ガスの温度を計測する空気温度計（１１－２）と、前記燃料電池（１）で使用された前記燃料ガスと前記第２酸化剤ガスとを燃焼し、排出する燃焼排ガスで第２酸化剤ガスを加熱する排ガス燃焼部（１２）とを更に具備する。そして、前記制御部（図示せず）は、前記空気温度計（１１－２）の計測結果である空気温度値に基づいて、前記空気温度値が予め設定した値の範囲に収まるように、前記排ガス燃焼部（１２）での燃焼を制御する。

【0026】更に、本発明の燃料電池システムは、前記燃料電池（１）の燃料極側へ供給される前記燃料ガスの温度を計測する燃料温度計（１１－１）と、前記燃料電池（１）の空気極側へ供給される前記第２酸化剤ガスの温度を計測する空気温度計（１１－２）と、前記燃料電池（１）で使用された前記燃料ガスと前記第２酸化剤ガスとを燃焼し、排出する燃焼排ガスで第２酸化剤ガスを加熱する排ガス燃焼部（１２）とを更に具備する。そして、前記制御部（図示せず）は、前記燃料温度計（１１－１）の計測結果である燃料温度値と前記空気温度計（１１－２）の計測結果である空気温度値とに基づいて、前記燃料温度値と前記空気温度値との差が、予め設定した値以下となるように、前記起動燃焼部（７）での燃焼と前記排ガス燃焼部（１２）での燃焼とを制御する。

【0027】更に、本発明の燃料電池システムは、前記燃料電池（１）の燃料極側へ供給される前記燃料ガスの圧力を計測する燃料圧力計（８－１）とを更に具備する。そして、前記制御部（図示せず）は、前記燃料圧力計（８－１）の計測結果である燃料圧力値に基づいて、前記燃料圧力値が予め設定した値の範囲に収まるように、前記燃料ガスの流量を制御する。

【0028】更に、本発明の燃料電池システムは、前記燃料電池（１）の空気極側へ供給される前記第２酸化剤ガスの圧力を計測する空気圧力計（８－２）とを更に具備する。そして、前記制御部（図示せず）は、前記空気

圧力計（８－１）の計測結果である空気圧力値に基づいて、前記空気圧力値が予め設定した値の範囲に収まるように、前記第２酸化剤ガスの流量を制御する。

【0029】更に、本発明の燃料電池システムは、前記燃料電池（１）の燃料極側へ供給される前記燃料ガスの圧力を計測する燃料圧力計（８－１）と、前記燃料電池（１）の空気極側へ供給される前記第２酸化剤ガスの圧力を計測する空気圧力計（８－２）とを更に具備する。そして、前記制御部（図示せず）は、前記燃料圧力計（８－１）の計測結果である燃料圧力値と、前記空気圧力計（８－２）の計測結果である空気圧力値とに基づいて、前記燃料圧力値と前記空気圧力値との差が予め設定した値以下となるように、前記燃料ガス及び前記第２酸化剤ガスの流量を制御する。

【0030】更に、本発明の燃料電池システムは、前記燃料電池（１）は、燃料ガスを水蒸気改質する内部改質部（図示せず）を更に具備する。そして、前記制御部（図示せず）は、前記起動燃焼部（７）に供給する前記燃料ガスと前記第１酸化剤ガスの流量に基づいて、前記水蒸気改質反応を制御する。

【0031】更に、本発明の燃料電池システムは、前記内部改質部（図示せず）は、前記燃料電池（１）の燃料極である。

【0032】上記課題を解決するための本発明のコジェネレーションシステムは、上記各項のいずれか一項に記載の燃料電池システム（図１）と、前記燃料電池システムの排熱を利用する設備（図示せず）とを具備する。

【0033】

【発明の実施の形態】本発明である燃料電池システム及びコジェネレーションシステムについて、添付の図面を用いて説明する。本実施例において、温水による排熱利用を行なうコジェネレーションシステムに使用される燃料電池システムを例に示して説明するが、ガスタービンのような他のコジェネレーション関連のシステムに使用される燃料電池システムにおいても適用可能である。

【0034】本発明である燃料電池システム及びコジェネレーションシステムの実施の形態における構成について、図１を参照して説明する。

【0035】図１は、燃料電池を利用したコジェネレーションシステムの構成図である。燃料電池部１は、燃料電池本体２、燃料温度計１１－１及び空気温度計１１－２を具備する。燃料ガス関連の燃料系ガスラインは、燃料供給部３、燃料供給弁４、排ガス昇温熱交換部５、燃料エジェクタ６、パイロット燃焼部２９及びメイン燃焼部３０を有する起動燃焼器７、再生熱交換部１０、燃料圧力計８－１、濃度計９を具備する。そして、配管として、燃料供給ラインＡ３１、燃料供給ラインＢ３２、燃料供給ラインＣ３３、燃料供給ラインＤ３４、燃料供給ラインＥ３５、燃料供給ラインＦ３６、燃料供給ラインＧ３７、燃料供給ラインＨ３８、燃料供給ラインＩ３

9、燃料循環ライン58を具備する。

【0036】また、起動燃焼器7の起動ガスラインは、パイロット燃料供給弁25、起動空気供給ファン26、起動空気供給弁27、パイロット空気供給弁28、パイロット燃焼部29、メイン燃焼部30を具備する。そして、配管として、起動燃料供給ラインA51、起動燃料供給ラインB52、起動空気供給ラインA53、起動空気供給ラインB54、起動空気供給ラインC55、起動空気供給ラインD56、起動空気供給ラインE57を具備する。

【0037】一方、酸化剤ガス関連の酸化剤ガスラインは、空気供給ファン15、空気供給弁16、インテーク空気冷却部17、空気予熱部13、スタック冷却部18、再生熱交換部10（燃料ガス側と共通）、空気圧力計8-2を具備する。そして、配管として、空気供給ラインA59、空気供給ラインB60、空気供給ラインC61、空気供給ラインD62、空気供給ラインE63、空気供給ラインF64、空気供給ラインG65、空気供給ラインH66、空気供給ラインI67を具備する。

【0038】また、排ガス処理関連のガスラインは、排ガス燃焼部12、空気予熱部13（酸化剤ガス側と共通）、温水熱交換部14、排ガス再循環ファン21、排ガスエジェクタ流調弁23、排ガスエジェクタ24、燃料ガスエジェクタ流調弁22、補助燃料供給部19、補助燃料供給弁20を具備する。そして、配管として、排ガスラインA40、排ガスラインB41、排ガスラインC42、排ガス再循環ラインA44、排ガス再循環ラインB45、排ガス再循環ラインC46、排ガス再循環ラインD47、排ガス再循環ラインE48、排ガス再循環ラインF49、排ガス再循環ラインG50、補助燃料供給ラインA68、補助燃料供給ラインB69、水ラインA70を具備する。

【0039】次に、燃料電池について詳細に説明する。燃料電池部1は、発電を行なう燃料電池本体2、使用する燃料ガス及び酸化剤ガス（本実施例では、空気）の温度を測定する燃料温度計11-1及び空気温度計11-2を含む。そして、燃料電池本体2から電気を取り出す集電部材、燃料電池運転の制御に必要な測定を行なう上記温度計のような測定機器、各種ガスを供給、排出する配管など（以上、一部図示せず）が付属している。燃料電池部1は、図示しない制御部により制御される。

【0040】燃料電池本体2は、燃料電池部1に含まれ、燃料供給ラインH38、燃料供給ラインI39、空気供給ラインH66、空気供給ラインI67のそれぞれ一端部が接続している。そして、外部から燃料供給ラインH38経由で燃料ガスを、空気供給ラインH66経由で酸化剤ガス（本実施例では、空気）の供給を受け、それらを用いて発電を行なう燃料電池の本体である。本実施例では、直接内部改質型の固体電解質型の燃料電池である。

【0041】すなわち、燃料極は、メタンやメタノール、プロパンなどの炭化水素系ガスのような燃料ガスを改質して、発電に利用する水素と一酸化炭素とを含むガスを得るための触媒機能を有する。本実施例では、燃料ガスとしてメタンを用い、メタンと水蒸気を用いて水蒸気改質を行ない、水素と一酸化炭素とを含むガスを得る。燃料極はニッケル/安定化ジルコニア（Ni/YSZ）、空気極はランタンマンガネート（La<sub>0.9</sub>Sr<sub>0.1</sub>MnO<sub>3</sub>）、電解質は安定化ジルコニア（YSZ）である。燃料極及び空気極における他の電極反応は、通常の場合と同様である。

【0042】なお、水蒸気がない場合、燃料極側において、燃料極を触媒として部分酸化反応を行なわせることも可能である。すなわち、燃料極上に、メタンと酸素を導入すれば、水素及び一酸化炭素を有するガスを得ることが出来る。

【0043】使用済みの燃料ガス（生成された水蒸気、未使用の改質ガス）は燃料供給ラインI39経由で、及び酸化剤ガス（未使用の空気）は空気供給ラインI67経由で、それぞれ排ガス処理部12へ排出される。燃料電池本体2は、図示しない制御部により制御される。

【0044】燃料温度計11-1は、燃料供給ラインH38に接続されている。そして、燃料電池本体2へ入る燃料ガス（本実施例ではメタン）の温度を継続的に計測する温度計である。熱電対や抵抗温度計等である。測定結果は、図示しない制御部へ出力される。空気温度計11-2は、空気供給ラインH66に接続されている。そして、燃料電池本体2へ入る酸化剤ガス（本実施例では空気）の温度を継続的に計測する温度計である。熱電対や抵抗温度計等である。測定結果は、図示しない制御部へ出力される。

【0045】次に、燃料ガス関連の燃料系ガスライン（燃料を燃料電池へ供給するライン）について説明する。燃料供給部3は、燃料供給ラインA31の一端部に接続している。燃料電池運転に必要な燃料ガスを供給する。一つ又は複数のボンベである場合や、ガスタンクやガス生成装置に接続されたガスラインである。本実施例では、カードルタイプのメタンガスボンベである。

【0046】燃料供給弁4は、一方を燃料供給ラインA31の他端部に、他方を燃料供給ラインB32の一端部に接続している。燃料供給部3から起動燃焼器7のメイン燃焼部30（後述）及び燃料電池部1への燃料ガスの供給を制御する弁である。また、燃料供給部3での高圧の燃料ガスを、降圧する機能も有する。燃料供給弁4は、図示しない制御部により制御される。

【0047】排ガス昇温熱交換部5は、熱交換器である。低温側は、一方を燃料ガス供給ラインC33（一端部を燃料ガス供給ラインB32の他端部と排ガス再循環ラインG50とに接続）の他端部に接続し、他方を燃料ガス供給ラインD34の一端部に接続している。高温側

は、一方を燃料ガス供給ラインF36（一端部を起動燃焼部7に接続）の他端部に接続し、他方を燃料ガス供給ラインG37の一端部に接続している。燃料供給部3と排ガス燃焼部12（後述）とから供給される低温の燃料用ガスA（＝燃料ガス＋再循環排ガス）を、起動燃焼部7（後述）から送出される高温の燃料用ガスC（燃料用ガスB（＝燃料用ガスA＋燃料電池本体2の燃料側の排出ガスである燃料排ガス）を起動燃焼部7で処理したもの）との熱交換により昇温する。

【0048】燃料エジェクタ6は、一方を燃料ガス供給ラインD34の他端部に接続し、他方を燃料ガス供給ラインの燃料ガス供給ラインE35の一端部に接続している。また、引き込まれるガスの配管として、燃料循環ライン58（一端部を燃料電池本体2の燃料排ガス側に接続）の他端部が接続している。排ガス昇温熱交換部5から起動燃焼部7（後述）に向かう燃料ガスの流れを用いて、燃料電池部1から排出された使用済みの燃料ガスである燃料排ガスの一部を、起動燃焼部7に向かう燃料ガスの流れへ引き込む。引き込む流量は、起動燃焼部7に向かう燃料ガスの流れの流量により制御される。例えば、燃料ガスエジェクタ流調弁22（後述）により制御される。

【0049】起動燃焼部7は、パイロット燃焼部29及びメイン燃焼部30を具備する。燃料ガス及び酸化剤ガスの供給により、供給されたガスの全部又は一部の燃焼を行う。燃焼後のガスは、燃焼により加熱され高温となり、燃料電池部1へ供給される。

【0050】パイロット燃焼部29は、小容量バーナー（パイロットバーナー）を有する。パイロット空気供給弁28に一端部を接続された起動空気供給ラインE57の他端部と接続し、空気（酸化剤ガス）の供給を受ける。また、パイロット燃料供給弁25に一端部を接続された起動燃料供給ラインB52の他端部と接続し、燃料ガスの供給を受ける。そして、必要に応じて、燃料ガス及び空気の供給によりパイロットバーナーを燃焼する。その時の燃焼排ガスを燃料電池部1及び燃料系ガスライン中へ供給することにより、運転初期に残存する可能性の有る空気をバージする。また、メイン燃焼部30（大容量バーナー、後述）の着火前にパイロットバーナーを着火し、メイン燃焼部30の火種となる。

【0051】メイン燃焼部30は、大容量バーナー（メインバーナー）を有する。燃料エジェクタ6に一端部を接続された燃料供給ラインE35の他端部に接続している。そして、燃料用ガスB（＝燃料ガス＋再循環排ガス＋燃料排ガス）の供給を受ける。燃料用ガスBには、燃料として使用可能なガス（燃料ガス、再循環排ガス、燃料排ガスに含まれる）と、酸素ガス（再循環排ガスに含まれる）と、水蒸気（燃料排ガスに含まれる）が含まれる。そして、燃料用ガスBの供給を受けて、必要に応じてメインバーナーを燃焼し、燃料用ガスBのガスの一部

を燃焼し、ガス全体を加熱処理する。また、起動空気供給弁27に一端部を接続された起動空気供給ラインCの他端部に接続している。そして、上記燃焼の際に、必要に応じて、空気の供給を受ける。処理された燃料用ガスBは、燃料用ガスCとして、燃料電池部1へ向けて、燃料供給ラインF36を経由して排ガス昇温熱交換部5へ送出される。

【0052】ここで、起動燃焼部7に供給される空気及び燃料用ガス（再循環ガスを含む）は、燃料供給弁4、燃料ガスエジェクタ流調弁22、排ガス再循環ファン21、起動空気供給弁27、起動空気供給ファン26、パイロット空気供給弁28、パイロット燃料供給弁25、を図示しない制御部で制御することにより行なう。その際、燃料電池部1に入る直前の濃度計9の測定値に基づいて、所望の燃料用ガスCの組成に成るようにフィードバック制御法やPID制御法により制御を行なう。

【0053】例えば、燃料用ガスに一定量の酸素を混入したい場合には、以下のようにする。すなわち、濃度計9により酸素濃度を監視し、酸素不足の場合には、空気の供給を増やすように、起動空気供給弁27、起動空気供給ファン26、パイロット空気供給弁28を適切に制御する。又は、燃料供給弁4、燃料ガスエジェクタ流調弁22、排ガス再循環ファン21、パイロット燃料供給弁25を制御し、燃料ガスの成分を減少させ、燃焼により消費する酸素を減少させるようにする。以上のようにして、燃料用ガス中の酸素濃度を増加させることが可能である。また、燃料用ガスに酸素を混入したくない場合には、例えば、上記の逆を行なえば、酸素をなくすることが出来る。

【0054】再生熱交換部10は、燃料用ガスと酸化剤ガスとを熱交換する。すなわち、燃料用のガスのラインについて、一方を燃料供給ラインG37の他端部に接続され、他方を燃料供給ラインH38に接続されている。また、酸化剤用のガス（空気）のラインについて、一方を空気供給ラインG65の他端部に接続され、他方を空気供給ラインH66に接続されている。そして、燃料電池部1に入る直前の燃料供給ラインG37経由の燃料用ガスCと、燃料電池部1に入る直前の空気供給ラインG65経由の空気との間の熱交換を行なう。燃料ガスと空気の温度差を出来るだけ小さくするための熱交換器である。そして、燃料電池の燃料極及び空気極間の温度差を無し、燃料電池の熱応力を抑制する。

【0055】燃料圧力計8-1は、燃料供給ラインH38の途中の燃料電池部1の近傍にある。燃料電池部1に入る直前の燃料用ガスCの圧力を計測するための圧力計である。電気式圧力計（抵抗線、圧電気、半導体など）、ブルドン管圧力計、隔膜式圧力計等である。測定結果は、図示しない制御部へ出力される。

【0056】濃度計9は、燃料供給ラインH38の途中の燃料電池部1の近傍にある。燃料電池部1に入る直前

の燃料ガスの濃度を計測するためのガス濃度計測器である。簡易ガスクロマトメータ、半導体式や接触燃焼式、固体熱伝導式などの可燃性ガスセンサ等である。測定結果は、図示しない制御部へ出力される。

【0057】次に、起動燃焼器7の起動系ガスライン（主に起動燃焼部7のパイロット燃焼部29に関わるライン）について説明する。起動空気供給ファン26は、一端部を図示しない外部の空気供給部に接続された起動空気供給ラインA53に一方を接続し、他方を起動空気供給ラインB54の一端部に接続している。外部の空気供給部から空気を引き出すファンである。ファンの回転数などにより、引き出す空気の流量を制御することが可能である。起動空気供給ファン26は、図示しない制御部により制御される。

【0058】パイロット空気供給弁28は、一端部を起動空気供給ラインB54の途中に接続された起動空気供給ラインD56に一方を接続し、他方を起動空気供給ラインE57の一端部に接続している。起動空気供給ファン26より導入される空気の起動燃焼部7のパイロット燃焼部29への供給を制御する弁である。図示しない制御部により制御される。

【0059】パイロット燃料供給弁25は、一端部を燃料供給ラインA3の途中に接続された起動燃料供給ラインA51に一方を接続し、他方を起動燃料供給ラインB52の一端部に接続している。燃料供給部3から起動燃焼部7のパイロット燃焼部29への燃料ガスの供給を制御する弁である。また、燃料供給部3での高圧の燃料ガスを、降圧する機能も有する。パイロット燃料供給弁4は、図示しない制御部により制御される。

【0060】起動空気供給弁27は、一端部を起動空気供給ファン26に接続された起動空気供給ラインB54に一方を接続し、他方を起動空気供給ラインC55の一端部に接続している。起動空気供給ファン26より導入される空気の起動燃焼部7のメイン燃焼部30への供給を制御する弁である。図示しない制御部により制御される。

【0061】次に、酸化剤ガス関連の酸化剤系ガスライン（酸化剤である空気を燃料電池へ供給するライン）について説明する。空気供給ファン15は、一端部を図示しない外部の空気供給部に接続された空気供給ラインA59に一方を接続し、他方を空気供給ラインB60の一端部に接続している。外部の空気供給部から空気を引き出すファンである。ファンの回転数などにより、引き出す空気の流量を制御することが可能である。空気供給ファン15は、図示しない制御部により制御される。

【0062】空気供給弁16は、他端部を空気供給ファン15に接続された空気供給ラインB60に一方を接続し、他方を空気供給ラインC61の一端部に接続している。空気供給ファン15より導入される空気の燃料電池部1への供給を制御する弁である。図示しない制御部に

より制御される。

【0063】インテーク空気冷却部17は、熱交換器である。低温側は、一方を空気供給ラインC61の他端部に接続し、他方を空気供給ラインD62の一端部に接続している。高温側は、一方を空気供給ラインE63の他端部に接続し、他方を空気供給ラインF64の一端部に接続している。空気供給弁16からの空気を、空気予熱部13（後述）を経由した高温の空気と熱交換し、昇温する熱交換器である。

【0064】空気予熱部13は、熱交換器である。低温側は、一方を空気供給ラインD62の他端部に接続し、他方を空気供給ラインE63の一端部に接続している。高温側は、一方を排ガスラインA40の他端部（一端部は排ガス燃焼部12に接続）に接続し、他方を排ガスラインB41の一端部に接続している。インテーク空気冷却部17の低温側の空気を、排ガス燃焼部7（後述）から排出された高温の燃焼排ガスと熱交換し、昇温する熱交換器である。

【0065】スタック冷却部18は、一方を空気供給ラインF64の他端部に、他方を空気供給ラインG65の一端部に接続している。そして、インテーク空気冷却部17の高温側の空気を、燃料電池部1に導入し、燃料電池部1の辺縁部で発生する熱と熱交換し、その空気を昇温する。

【0066】再生熱交換部10（燃料ガス側と共通）は、既述の通りなので説明を省略する。空気圧力計8-2は、空気供給ラインH66の途中の燃料電池部1の近傍にある。燃料電池部1に入る直前の空気の圧力を計測するための圧力計である。電気式圧力計（抵抗線、圧電気、半導体など）、ブルドン管圧力計、隔膜式圧力計等である。測定結果は、図示しない制御部へ出力される。

【0067】次に、排ガス処理関連の排ガス系ガスライン（主に、燃料電池部1後の排ガスに関わるライン）について説明する。排ガス燃焼部12へは、燃料電池部1側から燃料排ガス及び空気排ガスを供給する、燃料ガス供給ラインI39の他端部、及び空気供給ラインI67の他端部が接続している。また、補助燃料の供給用に補助燃料供給ラインB69の他端部が接続している。更に、排ガス燃焼部12で形成される燃焼排ガスを循環させるために、排ガスラインA40の一端部及び排ガスラインF49の他端部が接続している。燃料電池本体2で使用された燃料ガス及び空気を混合し、燃焼する燃焼器である。燃焼は、燃焼による熱エネルギーを後段の空気予熱部やガスタービン（図示せず）等で利用するためと、排ガス中の有害物質を除去する（一酸化炭素を二酸化炭素にする）ために行なう。燃焼ガスは、排ガスラインA40を経由して空気予熱部13へ排出される。

【0068】空気予熱部13（酸化剤ガス側と共通）は、既述の通りであるのでその説明を省略する。温水熱交換部14は、高温側は、一方を排ガスラインB41の

他端部に、他方を排ガスライン C 4 2 の一端部に接続している。低温側は、水ライン 7 0 に接続している。空気予熱部 1 3 を経由した排ガスの熱を、低温側に流れる水により回収する熱交換器である。温水になった水は、他の用途（給湯設備、温水冷却器など）で使用される。なお、燃焼排ガスの一部は、排ガスライン 4 2 C の他端部から外部へ排出される。

【0069】排ガス再循環ファン 2 1 は、一端部を排ガスライン C 4 2 の途中に接続した排ガス再循環ライン A 4 4 の他端部と一方を接続し、他方を排ガス再循環ライン B 4 5 に接続している。外部に排出される燃焼排ガスの内、一部を再循環させるために引き出すファンである。引き出された燃焼排ガスは、一部は燃料ガスの供給ライン（燃料供給ライン C 3 3）へ向かい、残りは排ガス燃焼部 1 2 へリサイクルされる。燃料ガスの供給ラインへ向かう燃焼排ガスは、燃焼排ガス中に含まれる微量の酸素を用いる、メイン燃焼部 3 0 にて燃料用ガス B を加熱するための燃焼に使用される。残りの排ガス燃焼部 1 2 へ向かう燃焼排ガスは、排ガスをリサイクルにより、排ガス燃焼部 1 2 の保護のための冷却、ならびに、排ガス燃焼部 1 2 での燃焼における酸素濃度を低下させ、火炎温度を低くし  $\text{NO}_x$  を低減させるために使用される。

【0070】排ガスエジェクタ流調弁 2 3 は、一端部を排ガス再循環ライン B 4 5 の途中に接続した排ガス再循環ライン C 4 6 の他端部と一方を接続し、他方を排ガス再循環ライン D 4 7 に接続している。排ガスエジェクタ 2 4（後述）が吸い出す排ガスの量を、自身を流れる燃焼排ガスの流量により調整する弁である。排ガスエジェクタ流調弁 2 3 は、図示しない制御部により制御される。

【0071】排ガスエジェクタ 2 4 は、一方を排ガス再循環ライン D 4 7 の他端部に接続し、他方を排ガス再循環ライン F 4 9 の一端部に接続している。また、引き込まれるガスの配管として、排ガス再循環ライン D 4 7

（一端部を排ガスライン C 4 2 の途中に接続）の他端部が接続している。排ガス再循環ファン 2 1 から排ガス燃焼部 1 2 へ向かうガスの流れを用いて、温水熱交換部 1 4 から排出された燃焼排ガスの一部を、排ガス燃焼部 1 2 へ向かうガスの流れへ引き込む。引き込む流量は、排ガス燃焼部 1 2 へ向かうガスの流れの流量により制御される。例えば、排ガスエジェクタ流調弁 2 3 により制御される。この排ガスは、排ガスをリサイクルにより、排ガス燃焼部 1 2 の保護のための冷却、ならびに、排ガス燃焼部 1 2 での燃焼における酸素濃度を低下させ、火炎温度を低くし  $\text{NO}_x$  を低減させるために使用される。

【0072】燃料ガスエジェクタ流調弁 2 2 は、一方を排ガス再循環ライン B 4 5 の他端部に、他方を排ガス再循環ライン G 5 0 の一端部に接続している。そして、燃料エジェクタ 6 が、燃料電池本体 2 からの燃料排ガスを、燃料系ガスラインへ吸い出す排ガス量を調整するた

めの弁である。図示しない制御部により制御される。

【0073】補助燃料供給部 1 9 は、補助燃料供給ライン A 6 8 の一端部に接続している。排ガス燃焼部 1 2 での排ガス燃焼の際、燃料ガスが不足する場合の補助燃料を供給する供給部である。一つ又は複数のポンペである場合や、ガスタンクやガス生成装置に接続されたガスラインである。本実施例では、メタンガスポンペである。

【0074】補助燃料供給弁 2 0 は、一方を補助燃料供給ライン A 6 8 の他端部に、他方を補助燃料供給ライン B 6 9 の一端部に接続している。補助燃料供給部 1 9 から排ガス燃焼部 1 2 への燃料ガスの供給を制御する弁である。また、補助燃料供給部 1 9 での高圧の燃料ガスを、降圧する機能も有する。補助燃料供給弁 2 0 は、図示しない制御部により制御される。

【0075】次に、本発明である燃料電池システム及びコジェネレーションシステムの実施の形態における動作について、図 1 を参照して説明する。

【0076】燃料電池の立上げ時の動作について説明する。燃料電池システムの立上げ前の状態は、燃料電池部 1 の温度は常温であり、各弁は基本的に閉止され、燃料系ガスライン及び排ガス系ガスラインは、通常、不活性なガスで置換され封止されている。空気系ガスラインは、空気が残っている。

【0077】燃料電池の立上げの初期では、まず、燃料電池部 1 の燃料極側及び燃料系ガスライン、排ガスラインを不活性なガス（あるいは、酸素を含まないガス）で置換し直す。少しでも酸素成分が残っていると燃料電池本体 2 の燃料極に悪影響を及ぼすからである。置換用のガスとして、起動燃焼部 7 のパイロット燃焼部 2 9 での燃焼により生成する排ガスを用いる。

【0078】まず、パイロット燃料供給弁 2 5 を、適当な開度にし、しかるべき流量のメタン（燃料ガス）が流れるように制御する。一方、起動空気供給ファン 2 6 を動作させ、パイロット空気供給弁 2 8 を、適当な開度にし、しかるべき流量の空気（酸化剤ガス）が流れるように制御する。メタンと空気とがパイロット燃焼部 2 9 に供給され、図示しない着火源により燃焼が開始される。空気とメタンとの比は、理論空燃比と等しいか小さくし、空気が余らないように（メタンが過剰気味になるように）する。燃焼により発生するガスは、主に二酸化炭素と水蒸気であり、他に窒素及び未燃のメタンなどが有る。

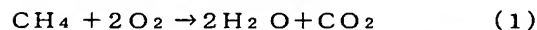
【0079】これらの燃焼による排ガスは、起動燃焼部 7 に接続した燃料供給ライン F 3 6 から出て、燃料系ガスライン内に残るガスを置換しながら、燃料電池部 1 に到達する。そして、燃料電池本体 2 の燃料極側を通りながら、その中に残るガスを置換する。その後、排ガス燃焼部 1 2 に達し、空気予熱部 1 3 などを通り、更に排ガスラインを通ることにより、各部を不活性なガス（あるいは、酸素を含まないガス）で置換し直す。



【0080】すなわち、燃料系ガスライン（燃料供給系統）の起動燃焼部 7 に小容量のパイロット燃焼部 29 を設けることにより、その燃焼排ガスで、燃料電池本体 2 の電池室内に残留する酸素成分をパージすることが出来、窒素等のパージガス供給用の付帯設備が不要になる。

【0081】続いて、燃料電池本体 2 を加熱する。加熱するために、①起動燃焼部 7 の動作により、燃料系ガスラインを加熱し、②それと同時に、排ガス燃焼部 12 の動作により、酸化剤系ガスラインを加熱する。そして、①及び②により、燃料電池本体 2 の温度を高め、作動温度にする。発電が始まると、燃料電池本体 2 の発する熱と、排ガス燃焼部 12 の発熱とにより、運転が自立する。

【0082】ここで、上記①起動燃焼部 7 の動作により、燃料系ガスラインを加熱 について説明する。まず、燃料供給弁 4 を、適当な開度にし、しかるべき流量のメタン（燃料ガス）が流れるように制御する。一方、起動空気供給ファン 26 を動作させ、起動空気供給弁 27 を、適当な開度にし、しかるべき流量の空気（酸化剤ガス）が流れるように制御する。メタンと空気がメイン燃焼部 30 に供給される。そこで、上述のパイロット燃焼部 29 の燃焼の火炎を火種として、燃焼を開始する。空気とメタンの流量は、メタンと空気中の酸素との比が、1:2 よりも大きくになるようにする。すなわち、下記（1）式に示す完全燃焼が確実に起こり、且つ酸素が余る条件にする。発熱反応によりガスを加熱して、燃料系ガスライン及び燃料電池本体 2 の燃料極へ送り込む。そうすることにより、燃料用ガス、燃料系ガスライン及び燃料極が加熱される。



【0083】酸素が余る条件にするのは、最初の立上げ時に、燃料極の焼成処理を同時に行なうためである。すなわち、最初の立上げ時では、燃料極は、ペースト（燃料極成分の原料を有機材料に混合したもの）を乾燥した状態である。そして、燃料電池の最初の立上げの昇温過程において、酸化雰囲気中で焼成処理を行なう必要があるからである。燃料極へ導入する燃料用ガスの酸素濃度は、濃度計 9 で測定し、制御部へフィードバックする。制御部は、ペースト焼成に必要な酸素濃度に成るように起動燃焼部 7 の燃焼に関わる各弁やファンを制御する。

【0084】次に、上記②排ガス燃焼部 12 の動作により、酸化剤系ガスラインを加熱 について説明する。空気供給ファン 15 を動作させ、空気供給弁 16 を、適当な開度にする。そして、しかるべき流量の空気（酸化剤ガス）が、燃料電池部 1 の空気極へ向かって流れるように制御する。そこで、（1）式により生成した燃料系ガスラインの高温の水蒸気及び二酸化炭素（及び窒素）と、酸化剤系ガスラインの空気とが再生熱交換部 10 に供給される。そこで、熱交換が行なわれ、水蒸気及び二

酸化炭素（及び窒素）と空気とがほぼ同一の温度となり、燃料電池本体 2 に入る。燃料電池本体 2 を加熱した後、上記ガスはそのまま排ガス燃焼部 12 に入る。そして、その排ガスは、空気予熱部 13 にて、燃料電池本体 2 に入る前の酸化剤系ガスラインの空気と熱交換して、その空気を昇温する。排ガスは、排ガス再循環ファン 21 により、一部が燃料系ガスラインの燃料ガスエジェクタ流調弁 22 を通り、燃料ガスと燃料供給ガスライン C33 で合流する。そして、燃料エジェクタ 6 を動作させる。この動作により、燃料電池本体 2 を出た直後の排ガスの一部が、燃料エジェクタ 6 へ吸い出される。

【0085】燃料電池本体 2 の温度が上昇し、燃料極の焼成処理が終了した段階で、起動燃焼部 7 に供給する酸素量の割合を徐々に減少させる。そして、逆に、メタンが過剰な状態にする。この時、燃料電池本体 2 へ供給する燃料用ガスの酸素濃度がゼロとなる。制御部は、濃度計 9 による酸素濃度及びメタン濃度の測定結果に基づいて、各弁及びファンをフィードバック制御する。

【0086】起動燃焼部 7 において生成される水蒸気及び二酸化炭素（及び窒素）と、過剰となったメタンは、再生熱交換部 10 において、空気と熱交換を行なう。そして、水蒸気、二酸化炭素及びメタン（及び窒素）と空気とがほぼ同一の温度となり、燃料電池本体 2 に入る。温度が十分に高くない場合、発電が起きないので、ガスはそのまま排ガス燃焼部 12 に入る。そして、そこで図示しない着火源により、メタンと空気とが燃焼し、その発熱により高温の排ガス（水蒸気、二酸化炭素及び窒素）を生成する。その排ガスは、空気予熱部 13 にて、燃料電池本体 2 に入る前の空気と熱交換して、その空気を昇温する。この様に、排ガス燃焼部 12 での排ガス燃焼の熱により、空気、空気極、酸化剤系ガスライン及び排ガス系ガスラインが加熱される。また、その排ガスの一部は、燃料循環ライン 58-燃料エジェクタ 6 経由で燃料用ガスに合流する。

【0087】上記①②における燃料用ガス及び空気の供給量は、燃料電池本体 2 の直前の燃料用ガスの温度（燃料用温度計 11-1 で測定）と、燃料電池本体 2 の直前の空気の温度（空気用温度計 11-2 で測定）との差が、予め設定してる値（例えば、±10℃以内など）よりも大きくならないように制御する。すなわち、燃料用ガスが高温の場合には、燃料極側において、起動燃焼部 7 に供給する空気の流量を絞るか又は空気及び燃料用ガスの両方の流量を絞り酸化反応を抑える、あるいは、空気極側において、空気流量を低下させる、などの処置をとる。一方、空気が高温の場合には、燃料極側において、起動燃焼部 7 に供給する空気及び燃料用ガスの両方の流量を上げ酸化反応を増やす、あるいは、空気極側において、空気流量を増加させる、などの処置をとる。

【0088】なお、燃料電池本体 2 の直前の燃料用ガスの温度（燃料用温度計 11-1 で測定）と、燃料電池本

体 2 の直前の空気の温度（空気用温度計 11-2 で測定）とは、それぞれ個別の値に制御することも可能である。すなわち、燃料用ガスの温度は、例えば、起動燃焼部 7 に供給する空気又は燃料ガスの流量を調節すれば制御可能である。また、空気の温度は、例えば、空気流量を調整すれば制御可能である。

【0089】同様に、上記①②における燃料用ガス及び空気の供給量は、燃料電池本体 2 の直前の燃料用ガスの圧力（燃料圧力計 8-1 で測定）と、燃料電池本体 2 の直前の空気の圧力（空気圧力計 8-2 で測定）との差が、予め設定してる値（例えば、±10cmAq 以内など）よりも大きくならないように制御する。すなわち、燃料用ガスが高圧の場合には、燃料極側において、起動燃焼部 7 に供給する空気の流量を絞るか又は空気及び燃料用ガスの両方の流量を絞る、あるいは、空気極側において、空気流量を増加させる、などの処置をとる。一方、空気が高圧の場合には、燃料極側において、起動燃焼部 7 に供給する空気及び燃料用ガスの両方の流量を上げる、あるいは、空気極側において、空気流量を減少させる、などの処置をとる。

【0090】なお、燃料電池本体 2 の直前の燃料用ガスの圧力（燃料圧力計 8-1 で測定）と、燃料電池本体 2 の直前の空気の圧力（空気圧力計 8-2 で測定）とを、それぞれ個別の値に制御することも可能である。すなわち、燃料用ガスの圧力は、例えば、起動燃焼部 7 に供給する空気又は燃料ガスの流量を調節すれば制御可能である。また、空気の圧力は、例えば、空気流量を調整すれば制御可能である。

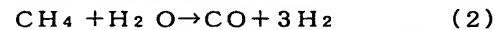
【0091】また、この段階で循環しているガスは、主成分として、水蒸気、二酸化炭素、窒素、メタンである。

【0092】燃料系ガスラインに容量の異なる 2 つの燃焼部（パイロット燃焼部 29、メイン燃焼部 30）を設置し、大容量のメイン燃焼部 30 の着火前に小容量のパイロット燃焼部 29 を着火することで、パイロット燃焼部 29 をメイン燃焼部 30 の火種として使用することが可能となる。

【0093】上述のように、燃料電池本体 2 に流入する燃料用ガス、並びに空気を昇温するために、それぞれ起動燃焼部 7 及び排ガス燃焼部 12 を設置する。そして、燃料電池本体 2 の入口温度（燃料用温度計 11-1 及び空気用温度計 11-2 で測定）に基づいて、各燃焼部への燃料用ガス流量、空気流量を個別に操作する。そうすることで、各燃焼部での燃焼量を個別に調整することが可能となる。そして、燃料用ガス及び空気の温度を個別に操作することが可能となる。従って、燃料電池に流入する燃料、空気の温度差を許容値以下に抑えながら、昇温、降温操作が可能となる。加えて、昇温用の電気ヒーターなどの外部熱源を必要なくなる。

【0094】燃料電池本体 2 の温度が上昇し、800℃

程度になると、発電が可能となる。また、この段階において、燃料極のニッケル/安定化ジルコニア触媒は、燃料極側を流れるガス（主に、水蒸気、二酸化炭素、窒素、メタン）により、賦活されている。従って、下記の式（2）のように、燃料極上でメタンの水蒸気改質反応が可能な状態である。



【0095】式（2）の反応は、吸熱反応である。従って、燃料電池の発電初期で、燃料電池自体の発熱量が十分でない場合には、起動燃焼部 7 での酸化反応（上記式（1））を継続する。そして、燃料用ガスを予熱してから、燃料電池本体 2 へ送り込む。

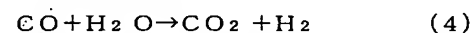
【0096】更に、燃料電池の発電が進んだ定常の燃料電池の発電状態においては、燃料電池自体の発熱量が十分となる。その場合には、起動燃焼部 7 での酸化反応（上記式（1）＝燃焼）を少なくする。そして、燃料用ガスの予熱は、酸化反応と燃料電池本体 2 からの燃料ガスの排ガスである燃料排ガスの再循環（燃料循環ライン 58-燃料エジェクタ 6 経由）とにより行なう。

【0097】上記水蒸気改質（上記式（2））における水分は、酸化反応での水蒸気、及び、燃料電池本体 2 での発電に伴ない燃料極側に発生する水蒸気を用いる。酸化反応での水蒸気量は、上記式（1）より、起動燃焼部 7 における酸化反応を起こす酸素とメタンの量から計算できる。また、燃料電池本体 2 での発電に伴う水蒸気量は、下式（3）の燃料極での反応式より、発電した電力の電力量により計算できる。



【0098】計算された水蒸気量が、水蒸気改質に必要な水蒸気量となるように、図示しない制御部で制御を行なう。水蒸気量が多ければ、例えば、起動燃焼部 7 での酸化反応を減少させる（起動燃焼部 7 への空気供給量を減少する）、あるいは、燃料排ガスの燃料極から起動燃焼部 7 への再循環量を減少させるなどの制御を行なう。また、水蒸気量が少なければ、例えば、起動燃焼部 7 での酸化反応を増加させる（起動燃焼部 7 への空気供給量を増加する）、あるいは、燃料排ガスの燃料極から起動燃焼部 7 への再循環量を増加させるなどの制御を行なう。また、それに伴う、温度（燃料温度計 11-1 及び空気温度計 11-2 で測定）・圧力（燃料圧力計 8-1 及び空気圧力計 8-2 で測定）の変動は、適宜、適切な値になるように調整する（後述）。

【0099】ここで、上記式（2）における、左辺の水蒸気とメタン中の炭素との比（＝蒸気/カーボン比）は、1:1 であるが、触媒の能力や、シフト反応との関係（下式（4））との関係などから、通常 3:1～5:1 で行なわれる。



従って、制御する水分量は、水蒸気：メタン＝3:1～5:1 の範囲に入るように制御する。

【0100】燃料系ガスラインに起動燃焼部7を設置し、起動燃焼部7へ供給する空気流量、及び燃料ガス流量等を調整することで、凝縮器等を用いることなく、内部改質のための燃料極流入ガスの蒸気／カーボン比を調整することが可能となる。また、燃料系ガスラインに燃料ガスエジェクタを設置し、再循環する燃料排ガス流量を調整することによっても、内部改質のための燃料極流入ガスの蒸気／カーボン比を調整することが可能となる。

【0101】上記のように、燃料系ガスラインに起動燃焼部7を設置し、起動燃焼部7へ供給する空気流量、燃料電池部1の入口での濃度（濃度計9により酸素濃度を測定）により操作する。それにより、燃料極側に酸素を供給する酸化運転、酸素濃度を抑えた微酸素運転、酸素を全く流さない還元運転等の運転が、窒素等の置換ガスを供給する付帯設備を要することなく可能になる。

【0102】上記定常の燃料電池の発電状態においても、燃料用ガス及び空気の供給量は、燃料電池本体2の直前の燃料用ガスの温度（燃料用温度計11-1で測定）と、燃料電池本体2の直前の空気の温度（空気用温度計11-2で測定）との差が、予め設定してる値（例えば、 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 以内など）よりも大きくならないように制御する。すなわち、燃料用ガスが高温の場合には、例えば、燃料極側において、燃料ガスエジェクタ流調弁を絞り燃料電池本体2の燃料極から燃料再循環ライン58-燃料エジェクタ6を経由して再循環する燃料排ガスの量を低減する、起動燃焼部7に供給する空気の流量を絞り酸化反応を抑える、あるいは、空気極側において、空気流量を低下させる、などの処置をとる。一方、空気が高温の場合には、例えば、燃料極側において、燃料ガスエジェクタ流調弁を開き燃料電池本体2の燃料極から再循環する燃料排ガスの量を増加する、起動燃焼部7に供給する空気の流量を増加し酸化反応を促進する、あるいは、空気極側において、空気流量を低減させる、などの処置をとる。

【0103】同様に、上記定常の燃料電池の発電状態においても、燃料用ガス及び空気の供給量は、燃料電池本体2の直前の燃料用ガスの圧力（燃料圧力計8-1で測定）と、燃料電池本体2の直前の空気の圧力（空気圧力計8-2で測定）との差が、予め設定してる値（例えば、 $\pm 10\text{cmAq}$ 以内など）よりも大きくならないように制御する。すなわち、燃料用ガスが高圧の場合には、例えば、燃料極側において、燃料ガスエジェクタ流調弁を絞り燃料電池本体2の燃料極から燃料再循環ライン58-燃料エジェクタ6を経由して再循環する燃料排ガスの量を低減する、起動燃焼部7に供給する空気及び燃料用ガスの両方の流量を絞る、あるいは、空気極側において、空気流量を増加させる、などの処置をとる。一方、空気が高圧の場合には、例えば、燃料極側において、燃料ガスエジェクタ流調弁を開き燃料電池本体2の

燃料極から再循環する燃料排ガスの量を増加する、起動燃焼部7に供給する空気及び燃料用ガスの両方の流量を増加する、あるいは、空気極側において、空気流量を減少させる、などの処置をとる。

【0104】本発明の燃料電池システムにより、窒素のような置換ガス用の付帯設備を要することなく、燃料電池システムを運転することが可能となる。そして、設備コストの低減及び、低コスト化を図ることが出来る。

【0105】また、本発明の燃料電池システムにより、燃料電池に供給される燃料ガス及び酸化剤ガスの温度及び圧力を、燃料ガス側と酸化剤側とで個別に制御することが出来る。すなわち、燃料電池の制御性を向上させることが可能となる。

【0106】更に、本発明の燃料電池システムにより、燃料電池の内部改質反応における水蒸気の供給を、燃料ガス側及び排ガス側に設けた燃焼部により制御することが出来る。すなわち、水蒸気をより有効利用することが出来、効率の向上につながる。

【0107】また、上記燃料電池の排熱を、温水熱交換部14より取り出すことにより、排熱を利用する設備とコンパインしたコジェネレーションシステムを組むことが可能となる。排熱を利用する設備として、ヒートポンプ、吸収式冷凍機、ボイラ、暖房用熱交換器などである。

【0108】また、上記燃料電池の排熱を、排ガス燃焼部12の燃焼排ガスとして取り出し、ガスタービンに導入することも可能である。

#### 【0109】

【発明の効果】本発明により、燃料電池システム及びコジェネレーションシステムの付帯設備の削減を行なうことが出来、設備全体としてのコンパクト化及び低コスト化が可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の燃料電池システム及びコジェネレーションシステムを示す構成図である。

【図2】従来技術の構成を示す図である。

#### 【符号の説明】

- 1 燃料電池部
- 2 燃料電池本体
- 3 燃料供給部
- 4 燃料供給弁
- 5 排ガス昇温熱交換部
- 6 燃料エジェクタ
- 7 起動燃焼部
- 8-1 燃料圧力計
- 8-2 空気圧力計
- 9 濃度計
- 10 再生熱交換部
- 11-1 燃料温度計
- 11-2 空気温度計

1 2 排ガス燃焼部  
 1 3 空気予熱部  
 1 4 温水熱交換部  
 1 5 空気供給ファン  
 1 6 空気供給弁  
 1 7 インテーク空気冷却部  
 1 8 スタック冷却部  
 1 9 補助燃料供給部  
 2 0 補助燃料供給弁  
 2 1 排ガス再循環ファン  
 2 2 燃料ガスエジェクタ流調弁  
 2 3 排ガスエジェクタ流調弁  
 2 4 排ガスエジェクタ  
 2 5 パイロット燃料供給弁  
 2 6 起動空気供給ファン  
 2 7 起動空気供給弁  
 2 8 パイロット空気供給弁  
 2 9 パイロット燃焼部  
 3 0 メイン燃焼部  
 3 1 燃料供給ラインA  
 3 2 燃料供給ラインB  
 3 3 燃料供給ラインC  
 3 4 燃料供給ラインD  
 3 5 燃料供給ラインE  
 3 6 燃料供給ラインF  
 3 7 燃料供給ラインG  
 3 8 燃料供給ラインH  
 3 9 燃料供給ラインI  
 4 0 排ガスラインA  
 4 1 排ガスラインB  
 4 2 排ガスラインC  
 4 4 排ガス再循環ラインA  
 4 5 排ガス再循環ラインB  
 4 6 排ガス再循環ラインC  
 4 7 排ガス再循環ラインD  
 4 8 排ガス再循環ラインE  
 4 9 排ガス再循環ラインF  
 5 0 排ガス再循環ラインG  
 5 1 起動燃料供給ラインA  
 5 2 起動燃料供給ラインB  
 5 3 起動空気供給ラインA  
 5 4 起動空気供給ラインB  
 5 5 起動空気供給ラインC  
 5 6 起動空気供給ラインD  
 5 7 起動空気供給ラインE  
 5 8 燃料循環ライン  
 5 9 空気供給ラインA  
 6 0 空気供給ラインB  
 6 1 空気供給ラインC  
 6 2 空気供給ラインD

6 3 空気供給ラインE  
 6 4 空気供給ラインF  
 6 5 空気供給ラインG  
 6 6 空気供給ラインH  
 6 7 空気供給ラインI  
 6 8 補助燃料供給ラインA  
 6 9 補助燃料供給ラインB  
 7 0 水ライン  
 1 0 1 燃料電池部  
 1 0 2 燃料電池本体  
 1 0 4 置換ガス供給部  
 1 0 5 燃料供給部  
 1 0 6 燃料供給切換弁  
 1 0 7 凝縮器  
 1 0 8 燃料再循環ファン  
 1 0 9 燃料加熱部  
 1 1 0 再生熱交換部  
 1 1 1 圧力緩衝部  
 1 1 2 排ガス燃焼部  
 1 1 3 空気予熱部  
 1 1 4 温水熱交換部  
 1 1 5 空気供給ファン  
 1 1 6 空気供給弁  
 1 1 7 インテーク空気冷却部  
 1 1 8 スタック冷却部  
 1 1 9 補助燃料供給部  
 1 2 0 補助燃料供給弁  
 1 2 1 置換ライン  
 1 2 2 燃料供給ラインA  
 1 2 3 燃料供給ラインB  
 1 2 4 燃料供給ラインC  
 1 2 5 燃料供給ラインD  
 1 2 6 燃料供給ラインE  
 1 2 7 燃料供給ラインF  
 1 2 8 燃料供給ラインG  
 1 2 9 燃料供給ラインH  
 1 3 0 燃料循環ライン  
 1 3 1 排ガスラインA  
 1 3 2 排ガスラインB  
 1 3 3 排ガスラインC  
 1 3 4 空気供給ラインA  
 1 3 5 空気供給ラインB  
 1 3 6 空気供給ラインC  
 1 3 7 空気供給ラインD  
 1 3 8 空気供給ラインE  
 1 3 9 空気供給ラインF  
 1 4 0 空気供給ラインG  
 1 4 1 空気供給ラインH  
 1 4 2 空気供給ラインI  
 1 4 3 空気供給ラインJ

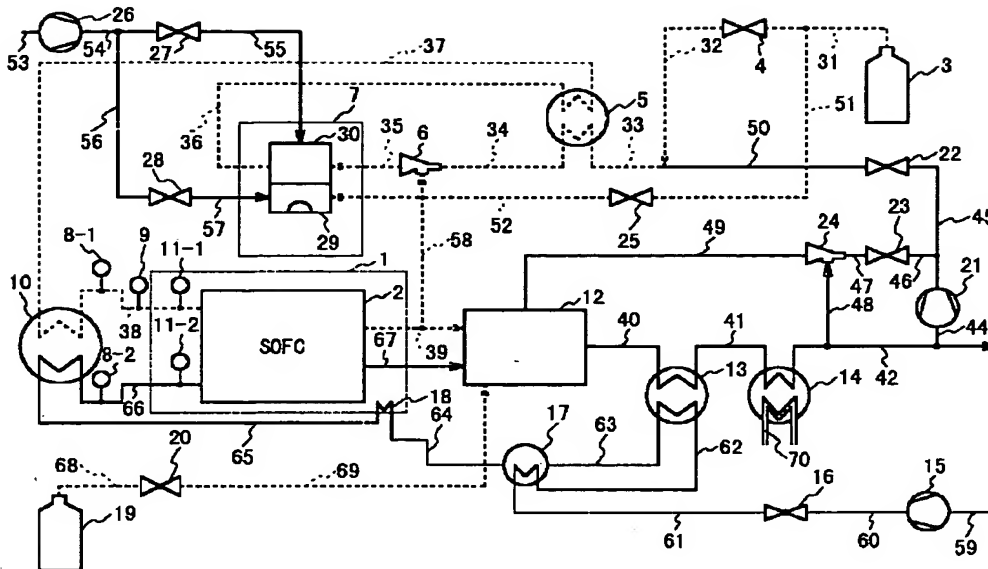
25

26

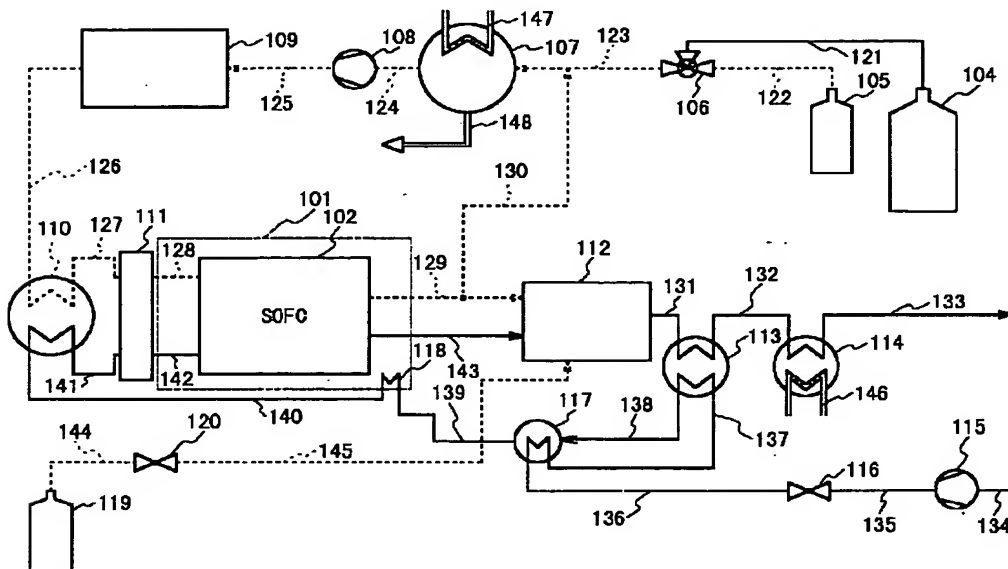
144 補助燃料供給ラインA  
 145 補助燃料供給ラインB  
 146 水ラインA

147 水ラインB  
 148 凝縮水ライン

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 M 8/06

H 0 1 M 8/06

G

// H 0 1 M 8/12

8/12

(72) 発明者 渡部 正治  
兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号  
三菱重工業株式会社高砂研究所内  
(72) 発明者 相木 英鋭  
兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目 1 番 1  
号 三菱重工業株式会社神戸造船所内

(72) 発明者 武信 弘一  
兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目 1 番 1  
号 三菱重工業株式会社神戸造船所内  
(72) 発明者 岸沢 浩  
兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目 1 番 1  
号 三菱重工業株式会社神戸造船所内  
F ターム(参考) 5H026 AA06  
5H027 AA06 BAO1 KK02 KK05 KK31  
KK44 MM01